

ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΕΣΣΑΛΙΑΣ
ΣΧΟΛΗ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ ΥΓΕΙΑΣ
ΤΜΗΜΑ ΚΤΗΝΙΑΤΡΙΚΗΣ

ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΩΝ ΣΠΟΥΔΩΝ

«Υδατοκαλλιέργειες» -

«Παθολογικά Προβλήματα Εκτρεφόμενων Υδρόβιων Οργανισμών»

ΣΕ ΣΥΜΠΡΑΞΗ ΜΕ ΤΟ ΤΜΗΜΑ ΙΧΘΥΟΚΟΜΙΑΣ-ΑΛΙΕΙΑΣ ΤΟΥ Τ.Ε.Ι. ΗΠΕΙΡΟΥ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ:

“ Δεδομένα εκτροφής και μυϊκή κυτταρότητα, του κρανίου *Argyrosomus regius* (Asso, 1801), σε συνθήκες εντατικής εκτροφής σε κλωβούς θαλάσσης στην Ελλάδα”

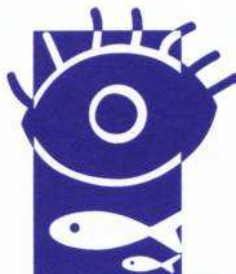
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟΣ ΦΟΙΤΗΤΗΣ

Ιωάννης Μιττάκος

ΥΠΕΥΘΥΝΟΣ ΚΑΘΗΓΗΤΗΣ

Κοσμάς Ναθαναελίδης

ΗΓΟΥΜΕΝΙΤΣΑ 2010



UNIVERSITY OF THESSALY
SCHOOL OF HEALTH SCIENCES
FACULTY OF VETERINARY MEDICINE

POSTGRADUATE STUDIES PROGRAM

“Aquaculture” – “Aquatic Animal Health”

***IN COLLABORATION WITH
THE DEPARTMENT OF AQUACULTURE & FISHERIES, TEI OF EPIRUS***

M.Sc. dissertation:

“Production data and muscle cellularity of, meagre *Argyrosomus regius* (Asso, 1801), cultivated under intensive aquaculture conditions in sea cages in Greece”

POSTGRADUATE STUDENT

Ioannis Mittakos

SUPERVISOR

Cosmas Nathanailides

IGOUMENITSA 2010

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Ο σκοπός αυτής της εργασίας ήταν η διερεύνηση των επιδόσεων, της παραγωγικότητας και τυχόν προβλήματα που προκύπτουν από την εκτροφή του κρανιού (*Argyrosomus regius*, Asso, 1801) ενός νέου εκτρεφόμενου είδους για τις υδατοκαλλιέργειες της Ευρώπης. Ο κρανιός εκτρέφεται σήμερα σε μεγάλες ευρωπαϊκές μονάδες ιχθυοκαλλιέργειας, παρουσιάζει ταχεία ανάπτυξη, φθάνει σε επίπεδα γεννητικής ωριμότητας σε μεγάλο μέγεθος και ως εκ τούτου τα εκτρεφόμενα άτομα μπορούν να διατίθενται στην αγορά σε πολύ μεγαλύτερο μέγεθος σε σύγκριση με το λαβράκι και την τσιπούρα. Παράμετροι ανάπτυξης των εκτρεφόμενων *A. regius*, καταγράφηκαν σε θαλάσσια μονάδα εκτροφής σε πλωτούς κλωβούς στην δυτική Ελλάδα. Τα στοιχεία που παρουσιάζονται είναι η θερμοκρασία, η ιχθυοπυκνότητα, η παροχή τροφής (FR), η επιβίωση, ο ειδικός ρυθμός αύξησης (SGR) και ο συντελεστής μετατρεψιμότητας της τροφής (FCR). Δείγματα του λευκού σκελετικού ιστού χρησιμοποιήθηκαν για την παρακολούθηση της μυϊκής ανάπτυξης. Μορφομετρικές παράμετροι (μήκος, συνολικό βάρος, σπλαχνικό βάρος, γονάδες, κεφάλι, πτερύγια, δέρμα και φιλέτο) το λίπος και το ποσοστό υγρασίας υπολογίστηκε όταν τα ψάρια εξαλειύθηκαν για πώληση.

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι το είδος παρουσιάζει πολύ καλό ποσοστό επιβίωσης και ανάπτυξης. Γενικά η εκτροφή του κρανιού δεν παρουσίασε ιδιαίτερα προβλήματα. Στην διάρκεια όμως των πρώτων μηνών εκτροφής παρουσιάστηκε θνησιμότητα 11,5% η οποία οφείλεται στην παρουσία του παρασίτου *Microcotyle sp.* στα εκτρεφόμενα άτομα. Η μετατρεψιμότητα της τροφής ($FCR > 1,8$) του είδους, υποδηλώνει την ανάγκη ανάπτυξης ειδικών διαιτών.

ABSTRACT

The purpose of this work is to investigate the performance, productivity and any problems arising from the on-growing of a new species. The meagre (*Argyrosomus regius* Asso, 1801), exhibits fast growth and reaches maturity at a large size and thus can be marketed at much larger size compared to sea bass and gilthead sea bream. This species is currently cultivated in large European fish farms.

Growth parameters of farmed *A. regius*, were recorded in floating marine cages in Western Greece. The data presented include temperature, stocking density, feeding rate (FR), survival, specific growth rate (SGR) and feed conversion ratio (FCR). Samples of the white epaxial muscle tissue were used to monitor the muscle growth of these species. Morphometric parameters (length, total weight, visceral weight, gonads, head, fins, skin and fillet) fat and moisture content were estimated when fish were harvested for sale. The results indicate that this species exhibits very good survival and growth rate. A mortality of 11,5% which occurred during the first months of on-growing was related to a parasite (*Microcotyle sp.*). The efficiency of feed conversion ($FCR > 1.8$) of this species indicates the need to develop specific diets.

ΕΥΧΑΡΙΣΤΙΕΣ

Η παρούσα εργασία αποτελεί την διπλωματική μου εργασία στα πλαίσια του Μεταπτυχιακού Προγράμματος Σπουδών “Υδατοκαλλιέργειες-Παθολογικά προβλήματα εκτρεφόμενων υδρόβιων οργανισμών”. Η εκπόνηση της, ξεκίνησε τον Ιούλιο του 2008 και ολοκληρώθηκε τον Δεκέμβριο του 2009, υπό την επίβλεψη του Καθηγητή κ. Κοσμά Ναθαναηλίδη.

Σε αυτό το σημείο θα ήθελα να εκφράσω τις ευχαριστίες μου, στους ανθρώπους που χωρίς την συμβολή τους δεν θα ήταν δυνατή η επιτυχής ολοκλήρωση της. Αρχικά, θα ήθελα να ευχαριστήσω τον επιβλέποντα Καθηγητή κ. Κοσμά Ναθαναηλίδη για την επιλογή του να επιβλέψει την εργασία, όπως επίσης και για τις πολύτιμες συμβουλές του, την καθοδήγηση και τις γνώσεις που μου παρείχε κατά την διάρκεια εκπόνησης αυτής.

Επίσης πρέπει να ευχαριστήσω τους, κ. Νικόλαο Τζουρμανά, συνάδελφο και προϊστάμενο μου, για την διάθεση και πρόθεση του να στηρίζει την εκπόνηση της εργασίας, αλλά κυρίως για τις όποιες διευκολύνσεις μου παρείχε ώστε να έχω στην διάθεση μου άμεσα οτιδήποτε χρειαστεί για την ολοκλήρωση της εργασίας όπως και τον κ. Νικόλαο Στειρόπουλο κτηνίατρο ιχθυοπαθολόγο, για την πολύτιμη βοήθεια που μου παρείχε πάνω και κάτω από το νερό.

Τέλος θα ήθελα να ζητήσω μια μεγάλη συγνώμη από την οικογένεια μου και πολύ περισσότερο από το νέο μέλος της οικογένειας, τον Γιό μου τον Λευτέρη, για τις ώρες που δεν μπόρεσα να είμαι κοντά του.

Στον γιό μου

ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΑ

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

ABSTRACT..... 3

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ..... 8

1.1. ΕΚΤΡΟΦΗ ΙΧΘΥΩΝ ΣΕ ΚΛΩΒΟΥΣ ΘΑΛΑΣΣΗΣ ΣΤΗΝ ΜΕΣΟΓΕΙΟ..... 11

2. ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΚΤΡΟΦΗ ΤΟΥ ΚΡΑΝΙΟΥ 14

2.1. ΓΕΝΙΚΑ..... 14

2.2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ..... 14

2.3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ..... 15

2.3.1. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ..... 15

2.3.2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ..... 17

2.3.3. ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ-ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ..... 18

2.3.4. ΓΕΝΝΗΤΙΚΗ ΩΡΙΜΟΤΗΤΑ..... 18

2.3.5. ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ..... 19

2.4. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΡΟΦΗ ΣΤΟΥΣ ΚΛΩΒΟΥΣ ΘΑΛΑΣΣΗΣ..... 21

2.4.1. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ..... 21

2.4.2. ΦΩΣ ΚΑΙ ΦΩΤΟΠΕΡΙΟΔΟΣ..... 22

2.4.3. ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ..... 22

2.4.4. ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ..... 23

2.4.5. ΒΙΟΕΠΙΣΤΡΩΣΗ..... 24

2.4.6. ΔΙΑΤΡΟΦΗ..... 25

2.4.7. ΤΟ ΦΥΛΟ..... 26

2.4.8. ΤΟ ΕΙΔΟΣ..... 28

2.5. ΕΚΤΡΟΦΗ ΚΡΑΝΙΟΥ ΣΕ ΚΛΩΒΟΥΣ ΘΑΛΑΣΣΗΣ..... 29

2.5.1. ΕΚΤΡΟΦΗ ΠΑΧΥΝΣΗΣ..... 29

2.5.2. ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ..... 30

2.6.	ΜΥΪΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ.....	31
2.6.1.	ΜΥΕΣ	31
2.6.2.	ΣΚΕΛΕΤΙΚΟΣ ΜΥΪΚΟΣ ΙΣΤΟΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ.....	31
2.6.3.	ΜΥΙΚΕΣ ΙΝΕΣ ΚΑΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ	33
2.6.4.	ΜΥΙΚΗ ΚΥΤΤΑΡΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ	33
2.6.5.	ΜΥΙΚΗ ΥΠΕΡΤΡΟΦΙΑ.....	34
2.6.6.	ΜΥΙΚΗ ΥΠΕΡΠΛΑΣΙΑ	35
2.7.	ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΜΥΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ.....	36
2.7.1.	ΣΙΤΗΡΕΣΙΟ: Ο ΡΥΘΜΟΣ, ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ, ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΙΕΡΑΡΧΙΑ	36
2.7.2.	ΟΡΜΟΝΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ	37
2.7.3.	ΓΕΝΕΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ	37
2.7.4.	ΤΡΙΠΛΟΕΙΔΙΑ	38
2.7.5.	ΕΠΟΧΙΑΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ.....	38
2.7.6.	ΑΣΚΗΣΗ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ «ΙΣΤΟΡΙΑΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ»	39
3.	ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΦΙΛΕΤΟΥ ΕΚΤΡΕΦΟΜΕΝΟΥ ΚΡΑΝΙΟΥ.....	40
4.	ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ	41
5.	ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ.....	42
5.1.	ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ	42
5.1.1.	ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	43
5.2.	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	45
5.2.1.	ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΚΑΙ ΣΩΜΑΤΟΜΕΤΡΙΚΕΣ.....	45
5.2.2.	ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΛΙΠΟΥΣ ΚΑΙ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΣΤΟ ΦΙΛΕΤΟ.....	46
5.2.3.	ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΙΣΤΟΥ	49
5.2.4.	ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΤΑΨΥΞΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΙΣΤΩΝ.....	50
5.2.5.	ΙΣΤΟΛΟΓΙΚΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΜΑΤΑ	50
5.2.6.	ΧΡΩΣΗ ΙΣΤΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΜΑΤΩΝ.....	50
5.2.7.	ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΥΪΚΩΝ ΙΝΩΝ	51
5.3.	ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ.....	52

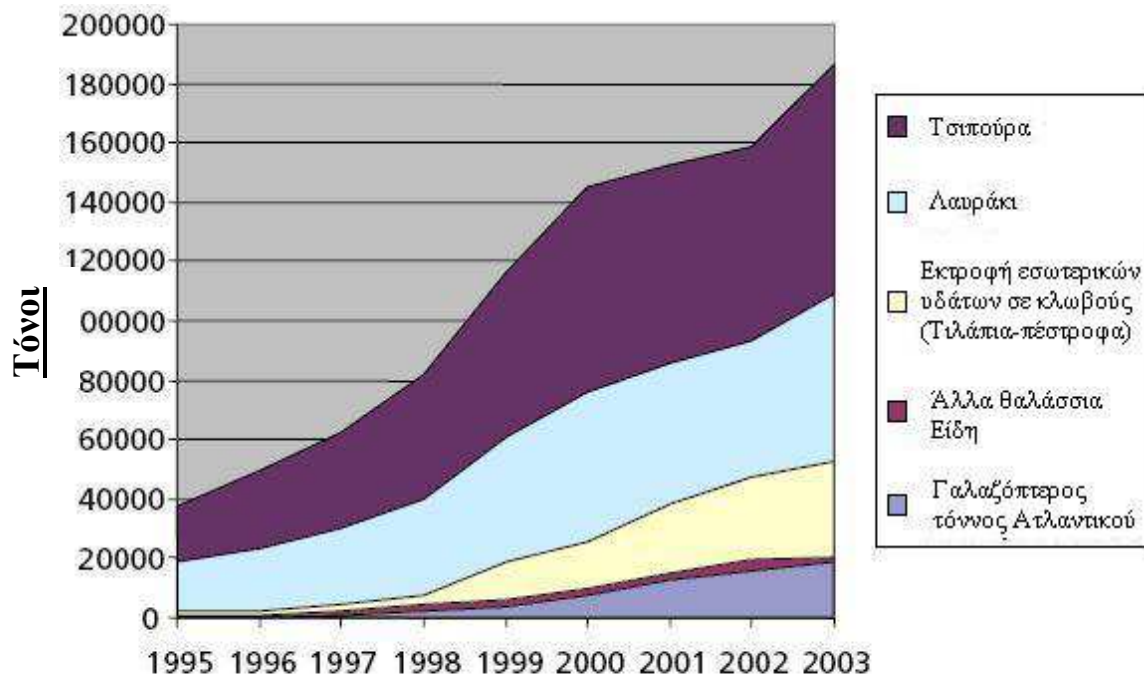
6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ.....	53
7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ.....	60
8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ	64
9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ.....	65
9.1. ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	65
9.2. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	73

1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η εισαγωγή “νέων” εκτρεφόμενων ειδών, την τελευταία δεκαετία έχει συνεισφέρει στο να δημιουργηθεί μια πιο κερδοφόρα Ιχθυοκαλλιέργεια (Hernandez *et al.* 2009). Στην Ελλάδα, οι προοπτικές είναι ιδιαίτερα ευνοϊκές τόσο σε επίπεδο παραγωγής όσο και από πλευράς ζήτησης. Κύριοι λόγοι στους οποίους βασίζονται οι θετικές αυτές προβλέψεις, (Hellastat, 2008), είναι η μείωση των αλιευμάτων, η αυξανόμενη έμφαση στην υγιεινή διατροφή, η όλο και μεγαλύτερη εξοικείωση του καταναλωτικού κοινού με ψάρια ιχθυοκαλλιέργειας, οι έντονες προωθητικές ενέργειες των εταιρειών, η διείσδυση σε νέες αγορές του εξωτερικού, η υψηλή τεχνογνωσία καθώς και η ανάπτυξη της εκτροφής “νέων” ειδών.

Η ευρωπαϊκή θαλασσοκαλλιέργεια επικεντρώνεται κυρίως σε δύο είδη, το λαβράκι (*Dicentrarchus labrax*), και την τσιπούρα (*Sparus aurata*). Η παραγωγή αυτών έφτασε το 2000 τους 120,000 τόνους στις ευρωπαϊκές ακτές (Quémener *et al.* 2002), ενώ το 2004, η παραγωγή για αυτά τα δύο είδη ήταν 88,500 τόνοι για την τσιπούρα και 73,800 τόνοι για το ευρωπαϊκό λαβράκι (FAO, 2006). Από αυτό το σύνολο, η Ελλάδα ηγείται των παραγωγών χωρών φτάνοντας περίπου τους 63,000 τόνους. Την ίδια περίοδο όμως, μπορεί να διαπιστωθεί ότι η εκτροφή “νέων” ειδών σε κλωβούς, είτε δεν έχει σταθερή ανάπτυξη, είτε αναπτύσσεται με πολύ αργούς ρυθμούς τόσο στην Μεσόγειο (Διάγραμμα 1), όσο και στην Ελλάδα (Πίνακας 1). Ωστόσο έρευνες και δοκιμές σε “νέα είδη” γίνονται, με σκοπό να ικανοποιήσουν τόσο την ανάγκη της παραγωγής, όσο και την διαφοροποίηση στην αγορά, που προάγεται από τον φαινομενικό κορεσμό στην αγορά της τσιπούρας και του λαβρακιού. Αρκετά βήματα πρέπει να επιτευχθούν στα

περισσότερα “νέα” είδη με σκοπό να έχουν κερδοφόρο παραγωγικό κύκλο. Στην παρούσα εργασία, παρουσιάζονται δεδομένα εκτροφής και επιλεγμένα σωματομετρικά, βιοχημικά, και ιστολογικά στοιχεία από εκτρεφόμενο κρανιό. Ο σκοπός είναι να καταγραφεί η υπάρχουσα κατάσταση καθώς και να γίνει σύγκριση με άλλα εκτρεφόμενα θαλάσσια είδη ιχθύων.



Διάγραμμα 1 Μεσογειακή παραγωγή ιχθυοκαλλιέργειας σε κλωβούς από διάφορα εκτρεφόμενα είδη. Πηγή: FAO (2007a).

Πίνακας 1 Παραγωγή κλωβών θαλάσσης στην Ελλάδα κατά την περίοδο 1995-2004 ταξινομημένη ανά είδος, συνολικής παραγωγής και ποσοστό συμμετοχής των κλωβών στην συνολική παραγωγή.

Ποσότητες (Τόνους)	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
Ευρωπαϊκό λαυράκι	9 539	11 662	15 193	18 469	24 413	26 653	25 342	23 860	27 324	25 691
Τσιπούρα	9 387	13 799	18 035	21 951	32 837	38 587	40 694	37 944	44 118	37 394
Άλλα είδη	1	122	2	38	107	86	75	83	161	316
Σύνολο εκτρεφόμενων σε κλωβούς	18 927	25 583	33 230	40 458	57 357	65 326	66 111	61 887	71 603	63 401
Σύνολο παραγωγής υδατοκαλλιεργειών	32 644	39 852	48 838	59 926	84 274	95 418	97 512	87 928	101 434	97 068
% Κλωβών	58%	64%	68%	68%	68%	68%	68%	70%	71%	65%

Πηγή: FAO (2007a)

Η ανάγκη να διαφοροποιηθεί ο αριθμός των εκτρεφόμενων ειδών, έχει ήδη αναφερθεί στο παρελθόν (Lensi, 1995; New, 1999). Ωστόσο αυτή η τάση συνεχώς αναστέλλεται για διάφορους λόγους. Στην Ελλάδα, ο κύριος λόγος που αποθαρρύνει τους ιχθυοκαλλιεργητές από την εκτροφή νέων ειδών επιμένοντας στην εκτροφή των παραδοσιακών ειδών (τσιπούρα και λαβράκι), είναι οι επιμέρους δυσκολίες εκτροφής των πρώτων (Περδικάρης κ.α., 2005).

Έτσι κάποια είδη είχαν προβλήματα τόσο με την διατροφή, αφού δεν υπήρχε κατάλληλη τροφή, όσο και με υψηλή θνησιμότητα λόγω παρασιτισμών (π.χ. μυτάκι *Diplodus puntazzo*). Για τα είδη *Pagrus pagrus* (φαγκρί) και *Pagellus erythrinus* (λυθρίνι), τα προβλήματα σχετίζονταν με τον χρωματισμό ενώ με το *Diplodus sargus* (σαργό), με τους μεγάλους χρόνους εκτροφής (Περδικάρης κ.α., 2005). Αντίθετα, ένα από τα “νέα” είδη με μεγάλη δυναμική είναι ο κρανιός

Μέσα σε λίγα χρόνια η παραγωγή του είδους έχει αυξηθεί αξιοσημείωτα στην Γαλλία, ενώ έχει εξαπλωθεί και στην Ιταλία, στην Ισπανία και στο Μαρόκο (FAO, 2007). Σύμφωνα με μελέτη για την επιλογή “νέων” ειδών προς εκτροφή (Quémener *et al.* 2002) και μετά από σχετική έρευνα, η οποία λαμβάνει υπόψη βιολογικά δεδομένα (βέλτιστη θερμοκρασία εκτροφής), τεχνικά και γεωγραφικά χαρακτηριστικά καθώς οικονομικούς και εμπορικούς παράγοντες (ποιοτικά χαρακτηριστικά), ο κρανιός κατατάσσεται στην 8^η θέση σε ένα σύνολο 27 υποψηφίων ειδών (Πίνακας 2).

1.1. ΕΚΤΡΟΦΗ ΙΧΘΥΩΝ ΣΕ ΚΛΩΒΟΥΣ ΘΑΛΑΣΣΗΣ ΣΤΗΝ ΜΕΣΟΓΕΙΟ

Η θαλασσοκαλλιέργεια σε κλωβούς, στην Μεσόγειο αυξήθηκε δραματικά στα μέσα της δεκαετίας 1980, κυρίως στην Ισπανία και στην Ελλάδα.

Πίνακας 2 Κατάταξη υποψήφιων ειδών για εκτροφή.

Βαθμός	Κοινή ονομασία	Επιστημονική ονομασία
1	Μπακαλιάρος Ατλαντικού	<i>Gadus morhua</i> (Linnaeus, 1758)
2	Τόνος μακρύπτερος	<i>Thunnus alalunga</i> (Bonnaterre, 1788)
3	Γαλέος	<i>Galeorhinus galeus</i> (Linnaeus, 1758)
4	Πεσκαντρίτσα	<i>Lophius piscatorius</i> (Linnaeus, 1758)
5	Παλαμιδαρίκι	<i>Sarda sarda</i> (Bloch, 1793)
6	Μπακαλιάρος	<i>Merluccius merluccius</i> (Linnaeus, 1758)
7	Βλάχος	<i>Polyprion americanus</i> (Bloch & Schneider, 1801)
8	Κρανίος	<i>Argyrosomus regius</i> (Asso, 1801)
9	Σπαθόψαρο	<i>Trichiurus lepturus</i> (Linnaeus, 1758)
10	Ποντίκι	<i>Molva molva</i> (Linnaeus, 1758)
11	Βάτος	<i>Raja clavata</i> (Linnaeus, 1758)
12	Τόνος μεγάλοφθαλμος	<i>Thunnus obesus</i> (Lowe, 1839)
13	Χριστόψαρο	<i>Zeus faber</i> (Linnaeus, 1758)
14	Τόνος	<i>Thunnus thynnus</i> (Linnaeus, 1758)
15	Σκαθάρι	<i>Spondylus cantharus</i> (Linnaeus, 1758)
16	Κέφαλος	<i>Liza aurata</i> (Riso, 1810)
17	Ευρωπαϊκό χέλι	<i>Anguilla anguilla</i> (Linnaeus, 1758)
18	Μπαρμπούνι	<i>Mullus barbatus</i> (Linnaeus, 1758)
19	Μουσμούνι	<i>Pagellus acarne</i> (Riso, 1827)
20	Μπαρμπούνι	<i>Mullus surmuletus</i> (Linnaeus, 1758)
21	Μπάφα	<i>Mugil cephalus</i> (Linnaeus, 1758)
22	Κεφαλάς	<i>Pagellus bogaraveo</i> (Brünnich, 1768)
23	Μουγγρί	<i>Conger conger</i> (Linnaeus, 1758)
24	Κίτρινος μπακαλιάρος	<i>Pollachius pollachius</i> (Linnaeus, 1758)
25	Φρίσσα	<i>Alosa fallax</i> (Lacépède, 1803)
26	Γλώσσα	<i>Solea solea</i> (Linnaeus, 1758)
27	Φαγκρί	<i>Pagrus pagrus</i> (Linnaeus, 1758)

Πηγή: Quémener *et al.* 2002

Αυτό ξεκίνησε όταν, σημαντικός αριθμός μονάδων ξεκίνησαν να παράγουν λαβράκι και τσιπούρα, είδη τα οποία πλέον είναι ευρύτατα εκτρεφόμενα, φτάνοντας το 2004 να κατέχουν το 85% της συνολικής παραγωγής στους κλωβούς θαλάσσης (FAO, 2007).

Η Μεσογειακή ακτογραμμή προσφέρει ποικιλία από θέσεις εγκατάστασης, προστατευμένες και εκτεθειμένες. Για αυτό τον λόγο, κατά καιρούς χρησιμοποιήθηκαν πολλοί τύποι πλωτών ιχθυοκλωβών (ξύλινοι με βαρέλια μέχρι ποιά τεχνολογικά προηγμένοι όπως σιδερένιες πλατφόρμες και βυθιζόμενοι κλωβοί με ενσωματωμένα συστήματα ταΐσματος). Ωστόσο, σήμερα οι πιο ευρέως διαδεδομένοι ιχθυοκλωβοί κατασκευάζονται από υψηλής πυκνότητας πολυαιθυλένιο (HDPE) καθώς, η εκτεταμένη χρήση του οφείλεται στην αντοχή και ελαστικότητα τους σε διαφορετικές θαλάσσιες συνθήκες.

Σύμφωνα με τον FAO (2007a), η Ελλάδα είναι η πιο ανεπτυγμένη Μεσογειακή χώρα στην εκτροφή με κλωβούς θαλάσσης, έχοντας περισσότερες από 300 εγκεκριμένες τοποθεσίες. Είναι ο μεγαλύτερος παραγωγός σε λαβράκι και τσιπούρα στην περιοχή της Μεσογείου. Αυτό οφείλεται σε πολλούς παράγοντες μεταξύ των οποίων, οι προστατευμένες ακτογραμμές, η πρόσβαση σε μεγάλες αγορές (Ιταλία) και η ενθάρρυνση μέσω Κοινοτικών και Εθνικών επιδοτήσεων.

Αποτέλεσμα από την τοποθέτηση μονάδων παραγωγής σε προστατευμένα νερά, χαρακτηριστικό των Ελληνικών ακτογραμμών, είναι η χρήση χαμηλών τεχνολογικά συστημάτων κλωβών συγκρατώντας έτσι το κόστος επενδύσεων και συντήρησης. Η συντριπτική πλειοψηφία των μονάδων στην Ελλάδα χρησιμοποιεί κυκλικούς κλωβούς από HDPE, διπλών σωληνώσεων και διαφόρων διαμετρημάτων (Εικόνα 1). Αυτοί έχουν

χαμηλότερο κόστος εγκατάστασης ανά m^3 , ενώ είναι ιδιαίτερα οικονομικοί σε υψηλές πυκνότητες.



Εικόνα 1 Πλωτοί κυκλικοί κλωβοί από HDPE στην δυτική Ελλάδα.

2. ΒΙΟΛΟΓΙΑ ΚΑΙ ΕΚΤΡΟΦΗ ΤΟΥ ΚΡΑΝΙΟΥ

2.1. ΓΕΝΙΚΑ

Η οικογένεια των *Scianidae* περιλαμβάνεται στις μεγαλύτερες οικογένειες “ήχητικών ψαριών”, αποτελούμενη από 150 είδη (Chao, 1986). Ο κρανιός, μπορεί να ξεπεράσει τα 50 κιλά στο φυσικό περιβάλλον, ενώ το μεγαλύτερο καταγεγραμμένο μέγεθος φτάνει τα 182 cm ολικό μήκος και τα 103 kg σε βάρος (Quéro and Vayne, 1985). Είναι πολύ σημαντική πηγή τροφής στον Βισκαϊκό κόλπο, καθώς και κατά μήκος της Σενεγάλης και της Μαυριτανίας (Quéro, 1989). Ένα ακόμα ενδιαφέρον χαρακτηριστικό του είναι ότι κατά την διάρκεια της αναπαραγωγής παράγει δύο ευδιάκριτους ήχους (Lagardère & Mariani, 2006).

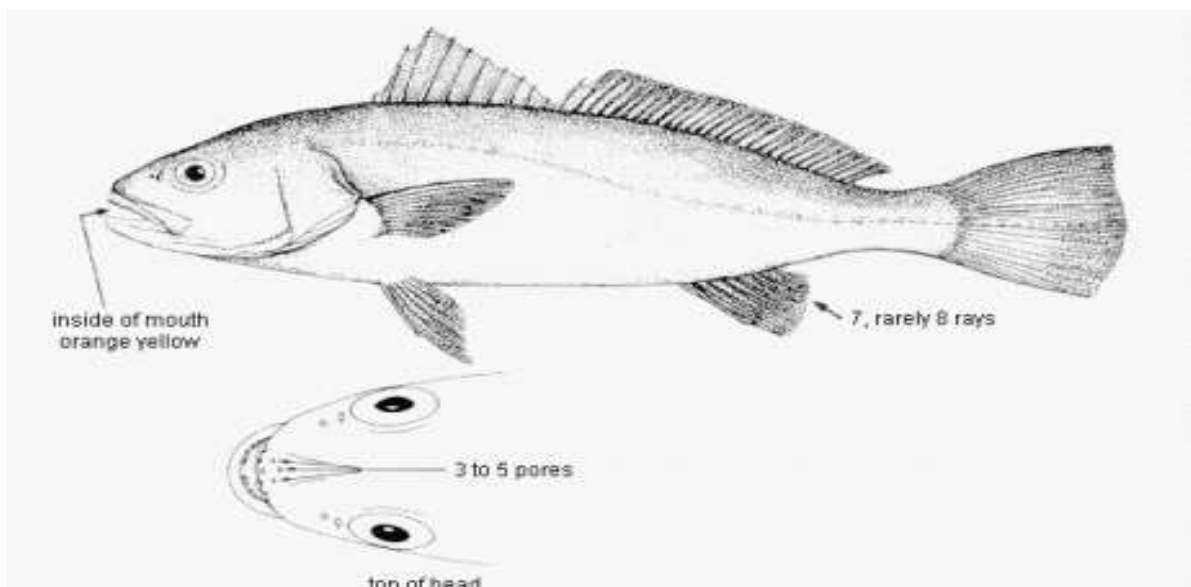
2.2. ΣΥΣΤΗΜΑΤΙΚΗ ΚΑΤΑΤΑΞΗ

ΒΑΣΙΛΕΙΟ:	Animalia
ΦΥΛΟ:	Chordata
ΚΛΑΣΗ:	Actinopterygii
ΤΑΞΗ:	Perciformes
ΟΙΚΟΓΕΝΕΙΑ:	Sciaenidae
ΓΕΝΟΣ:	<i>Argyrosomus</i>
ΕΙΔΟΣ:	<i>Argyrosomus regius</i> (Asso, 1801)
ΚΟΙΝΗ ΟΝΟΜΑΣΙΑ:	Meagre, Shade-fish, Salmon-Basse ή Stone Basse

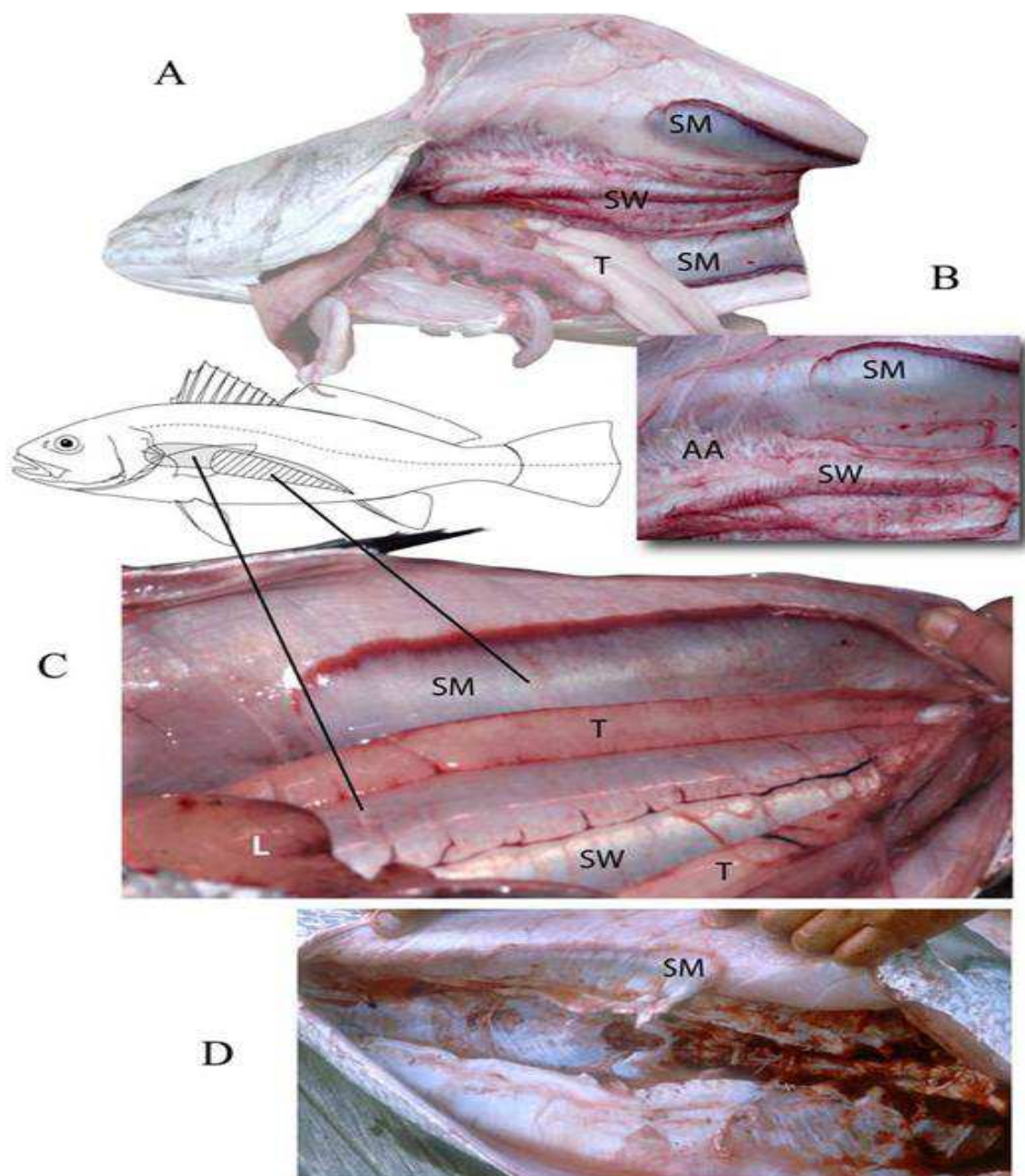
2.3. ΒΙΟΛΟΓΙΚΑ ΣΤΟΙΧΕΙΑ

2.3.1. ΜΟΡΦΟΛΟΓΙΑ

Ο κρανιός διαθέτει σχετικά μεγάλο κεφάλι με επιμηκυμένο σώμα. Οι οφθαλμοί είναι σχετικά μικροί ενώ η πλευρική γραμμή εκτείνεται μέχρι το ουραίο πτερύγιο. Το δεύτερο ραχιαίο πτερύγιο είναι αρκετά μεγαλύτερο από το πρώτο (Εικόνα 2). Στο εδρικό πτερύγιο η πρώτη άκανθα είναι κοντή και αιχμηρή ενώ η δεύτερη είναι πολύ λεπτή. Επίσης, διάφορες διακλαδωτές μυϊκές απολήξεις στην νηκτική κύστη, οι οποίες μπορούν να δονούνται, προκαλούν ένα χαρακτηριστικό “ήχο”(Εικόνα 3). Διαθέτει πολύ μεγάλους ωτόλιθους ενώ το χρώμα σώματος είναι άσημο-γκρι με καφεκίτρινο χαρακτηρισμό στην ράχη. Η βάση των πτερυγίων είναι κοκκινωπή με την στοματική κοιλότητα κιτρινο-χρυσωπή. Χρώμα μετά την θανάτωση, καφέ.



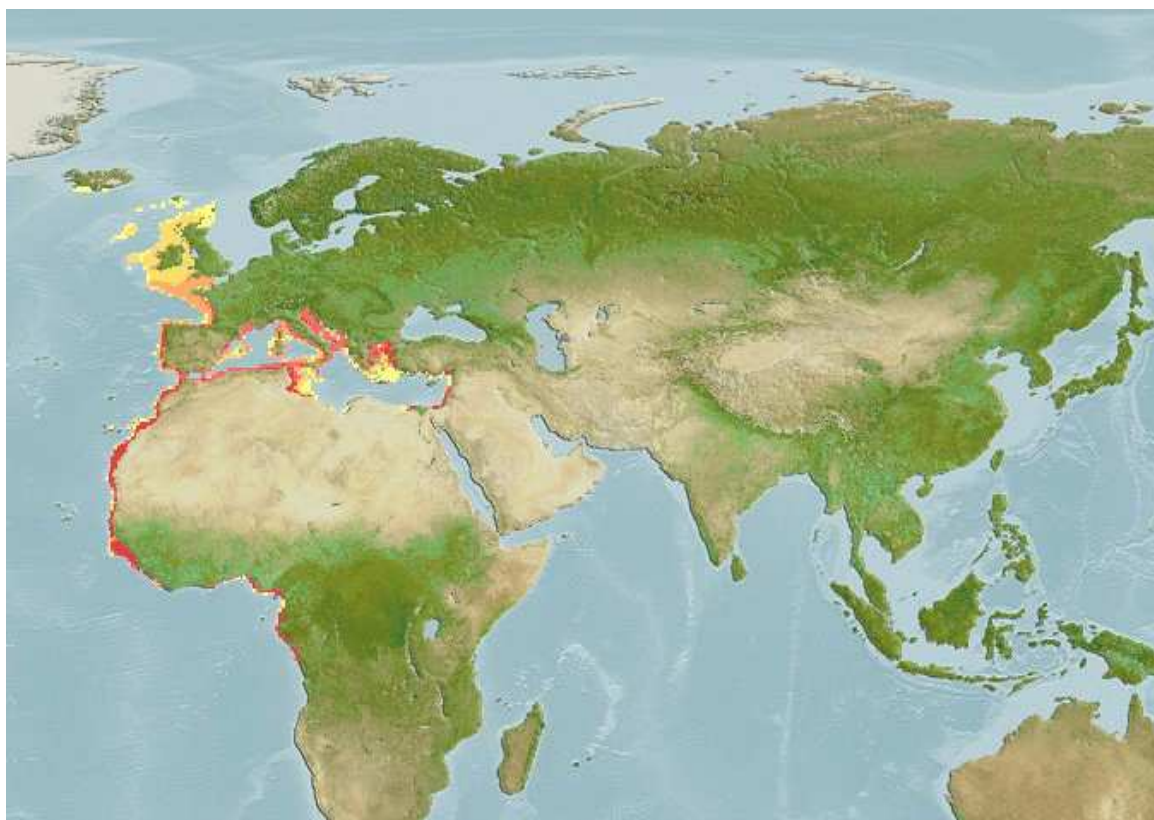
Εικόνα 2 Σχηματική απεικόνιση των εξωτερικών μορφολογικών χαρακτηριστικών του *Argyrosomus regius* (Asso, 1801). Πηγή: <http://fishbase.mnhn.fr/photos>



Εικόνα 3 Απεικόνιση της ανατομίας και του φυλετικού διμορφισμού των ‘‘ηχητικών’’ μυών του κρανίου, *Argyrosomus regius* : (A) φωτογραφία της σωματικής κοιλότητας και ανασήκωση του αριστερού σωματικού τοιχώματος, σημείο παραγωγής σπέρματος αρσενικού (6 kg, σύλληψη 14-06-2003). (B) Μεγέθυνση της ίδιας φωτογραφίας, παρουσιάζοντας το πρόσθιο τμήμα άδειας νηκτικής κύστης (SW) με τις διακλαδωτές απολήξεις (AA) και τον αριστερό υπερτροφικό ηχητικό μυ (SM). (C) Φωτογραφία της σωματικής κοιλότητας ενός ανώριμου αρσενικού (17 kg, σύλληψη 19-03-2004) παρουσιάζοντας την διαφορά χρώματος μεταξύ ηχητικών μυών και των απολήξεων του στο αριστερό σωματικό τοίχωμα: T = αρσενικές γονάδες, L = συκώτι. (D) Φωτογραφία της δεξιάς σωματικής κοιλότητας ενός ανώριμου θηλυκού (13 kg, σύλληψη 22-06-2005) παρουσιάζοντας τους λιγότερο ανεπτυγμένους, ροζ χρωματισμούς, ηχητικούς μύες. Στις εικόνες A, B, C, το πρόσθιο τμήμα είναι αριστερά ενώ στην εικόνα D δεξιά (Lagardère & Mariani, (2006).

2.3.2. ΓΕΩΓΡΑΦΙΚΗ ΚΑΤΑΝΟΜΗ

Ο κρανιός, εκτείνεται ευρύτατα κατά μήκος των Ατλαντικών ακτών (από βόρεια κατεύθυνση προς βόρεια Αγγλία και προς νότια κατεύθυνση προς το Κονγκό) περιλαμβανομένης και της Μεσογείου (Chao, 1986) (Εικόνα 4). Είναι ευρύτατα διαδεδομένο είδος στην Μεσόγειο. Τα μεγαλύτερα σε μέγεθος άτομα έχουν αλιευθεί κατά μήκος των ακτών της δυτικής Αφρικής. Στην Σενεγάλη, ο κόλπος του Ντακάρ φαίνεται να είναι το νοτιότερο σημείο κατανομής του. Μεγάλοι πληθυσμοί, βρίσκονται γύρω από ναυάγια τα οποία βυθίστηκαν για να δημιουργήσουν τεχνητούς υφάλους για διάφορα εμπορικά είδη.



Εικόνα 4 Περιοχές εξάπλωσης του κρανιού, *Argyrosomus regius* (Asso, 1801). Κόκκινο χρώμα (έντονη παρουσία), κίτρινο (ελάχιστη παρουσία), και με το πορτοκαλί (ενδιάμεση παρουσία). Πηγή: <http://www.aquamaps.org/receive.php>

2.3.3. ΟΙΚΟΛΟΓΙΑ-ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ

Το συγκεκριμένο είδος ζει κοντά στην ακτή και σε προστατευμένα νερά, κοντά στον πυθμένα ή στην επιφάνεια και σε ένα εύρος βάθους 15-200 μέτρα. Επίσης έχει βρεθεί να εισέρχεται σε εκβολές ποταμών και σε λιμνοθάλασσες (Griffiths & Heemstra, 1995; Poli *et al.* 2003). Το είδος ήταν γνωστό από την αρχαιότητα ότι παρήγαγε ήχους (Duhamel de Monceau, 1777; Dufossé, 1874). Μπορεί να φτάσει τα 2 m μήκος και τα 50 κιλά βάρος. Η ανάπτυξη επιτυγχάνεται κατά το καλοκαίρι, ενώ η διατροφική δραστηριότητα σταδιακά μειώνεται με την θερμοκρασία ιδιαίτερα όταν πέφτει κάτω τον 13 °C. Το βέλτιστο εύρος θερμοκρασίας στην οποία σύμφωνα με τον Quemener (2002), επιτυγχάνεται η ταχύτατη ανάπτυξη του κρανιού, λαμβάνει χώρα μεταξύ των 16 °C έως και 20 °C.

2.3.4. ΓΕΝΝΗΤΙΚΗ ΩΡΙΜΟΤΗΤΑ

Αποτελέσματα αναφέρουν ότι, το είδος παραμένει φυλετικά αδιαφοροποίητο μέχρι και την ηλικία των εννέα μηνών. Υπάρχει μια συγκεκριμένη ηλικία (6+μήνες) στην οποία η φυλετική διαφοροποίηση γίνεται ιστολογικά αναγνωρίσιμη (Schiafone *et al.* 2008). Η διαφοροποίηση στις γονάδες των θηλυκών προκύπτει σε νεαρότερη ηλικία από ότι στα αρσενικά. Κατά την διάρκεια αυτής της περιόδου, και στα δύο φύλα, ο γοναδικός δείκτης (Gonadosomatic Index, GSI) είναι χαμηλός και σταθερός ενώ κατά την διάρκεια της πρώτης αναπαραγωγικής περιόδου αυξάνεται. Συνοπτικά ο κρανιός είναι γονοχωριστικό είδος, του οποίου η πρώτη γεννητική ωριμότητα επιτυγχάνεται στα 2 με 3 χρόνια στα αρσενικά και θηλυκά, αντίστοιχα (Schiafone *et al.* 2008).

2.3.5. ΑΝΑΠΑΡΑΓΩΓΗ

Στην διάρκεια της αναπαραγωγικής μετανάστευσης, ενήλικοι κρανιοί πλησιάζουν τις ακτογραμμές κατά τα μέσα Απριλίου. Εισχωρούν στις εκβολές ποταμών κατά τα τέλη Μαΐου με σκοπό την αναπαραγωγή (ανάδρομη μετανάστευση). Κατά την διάρκεια αυτής, τα αρσενικά παράγουν ένα τυπικό βαθύ ήχο, πιέζοντας τους κοιλιακούς μύες πάνω στην νηκτική κύστη. Από τα μέσα Ιουνίου μέχρι και τα τέλη Ιουλίου εγκαταλείπουν τις εκβολές ποταμών για να τραφούν κατά μήκος της ακτής. Παραμένουν σε ρηχά νερά μέχρι τις αρχές του φθινοπώρου. Κατά την διάρκεια του χειμώνα, οι κρανιοί επιστρέφουν στα βαθύτερα νερά. Τα νεαρά άτομα (ηλικίας 0), εγκαταλείπουν τις προστατευμένες περιοχές (εκβολές ποταμών) κατά το τέλος του καλοκαιριού για να μεταναστεύσουν σε παραλιακά νερά (από 20 m έως 40 m βάθος) και να περάσουν τον χειμώνα.

Ξεκινώντας από τα μέσα του Μαΐου, επιστρέφουν στα προστατευμένα τροφικά πεδία. Η θερμοκρασία του νερού είναι ο κυριότερος παράγοντας, ο οποίος καθορίζει και την διατροφική και την αναπαραγωγική μετανάστευση του κρανιού. Η άφιξη των ενηλίκων και η αναχώρηση των νεαρών από τις εκβολές των ποταμών (ηλικιακή κλάση 0, 1 και 2) λαμβάνει χώρα τον Μάιο και τον Οκτώβριο όταν η θερμοκρασία του νερού είναι από 13 έως 14°C. Ένα θηλυκό, 1,2 m παράγει περίπου 800,000 ωάρια. Η αναπαραγωγή προκύπτει στους 17 με 22°C. Τα γονιμοποιημένα αυγά (Εικόνα 5) έχουν διάμετρο 990 mm. Μετά από 30 ώρες το σταγονίδιο του ελαίου έχει απορροφηθεί, ενώ στις 96 ώρες ο λεκιθικός σάκος έχει αφομοιωθεί και το στόμα έχει σχηματισθεί (FAO, 2005).



Εικόνα 5 (α) Γονιμοποιημένο ωάριο κρανίου *A. regius* (β) προνύμφη 3 ημερών μετά την εκκόλαψη, όπου διακρίνεται ο σχηματισμός στόματος πεπτικού συστήματος αλλά και ωτόλιθων και (γ) προνύμφη 30 ημερών μετά την εκκόλαψη (Jimenez *et al.* 2007)

2.4. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΑΝΑΠΤΥΞΗ ΚΑΤΑ ΤΗΝ ΕΚΤΡΟΦΗ ΣΤΟΥΣ ΚΛΩΒΟΥΣ ΘΑΛΑΣΣΗΣ

Οι κυριότεροι περιβαλλοντικοί παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη στις εκτροφές θαλάσσης είναι η θερμοκρασία, η φωτοπερίοδος, τα επίπεδα του διαλυμένου οξυγόνου και η βιοεπίστρωση (Biofouling).

2.4.1. ΘΕΡΜΟΚΡΑΣΙΑ

Ένας από τους κυριότερους παράγοντες που επηρεάζει την ανάπτυξη των θαλάσσιων ειδών κατά την εκτροφής τους είναι η θερμοκρασία. Η θερμοκρασία έχει θεμελιώδη επίδραση στην φυσιολογία των ψαριών (Bowden, 2008). Είναι γνωστό εδώ και καιρό (Bisset, 1948), ότι η θερμοκρασία επιδρά σε όλες τις φυσιολογικές λειτουργίες μεταβολισμού των ποικιλόθερμων ζώων, όπως τα ψάρια. Η ανάπτυξη είτε σε δεξαμενή είτε σε ιχθυοκλωβό δεν εξαρτάται μόνο από το ρυθμό διατροφής αλλά από εσωτερικούς και εξωτερικούς παράγοντες όπως η ιχθυοπυκνότητα, η συμπεριφορά των ψαριών αλλά και η θερμοκρασία. Η θερμοκρασία του νερού αποτελεί παράδειγμα περιβαλλοντικής παραμέτρου, που μεταβάλλεται εποχιακά και επηρεάζει την παραγωγή, καθώς είναι ο παράγοντας κλειδί σε όλα τα βιοενεργητικά μοντέλα που υπάρχουν. Εν κατακλείδι, η θερμοκρασία επηρεάζει τις ανάγκες για τροφή ενώ είναι και μια παράμετρος που λαμβάνεται υπόψη, για την διαχείριση της εκτροφής και της τροφής σε μονάδα πάχυνσης. Επιπλέον η θερμοκρασία έχει εδραιωθεί ως ο καθοριστικός παράγοντας που ρυθμίζει τις μέγιστες δυνητικές τάσεις σωματικής ανάπτυξης καθώς και τις ελάχιστες απαιτήσεις σε οξυγόνο (Niklitschek & Secor, 2009).

2.4.2. ΦΩΣ ΚΑΙ ΦΩΤΟΠΕΡΙΟΔΟΣ

Το ηλιακό φως είναι η κύρια φυσική πηγή φωτός, παρόλο που και άλλες δευτερεύοντες πηγές πρέπει να λαμβάνονται υπόψη, όπως το φεγγαρόφωτος. Το φως είναι θεμελιώδες για την ζωή. Τα ψάρια κινούνται μέσα στο περιβάλλον καθώς και το περιβάλλον κινείται γύρω από αυτά, επηρεάζοντας το φως που δέχονται (Sumpter, 1992). Οι περισσότεροι βασικοί ρυθμοί στην φύση (ημερήσιοι ή περιοδικοί), σχετίζονται με την περιοδικότητα του φωτός (Boef & Bail, 1999). Πολλά ζώα, περιλαμβανομένων και των ψαριών, παρουσιάζουν ένα 24ωρο κύκλο ο οποίος πολλές φορές είναι ζήτημα απλής φωτοκίνησης. Στην περίπτωση της ιριδιζουσας πέστροφας, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum, 1792), εικοσιτετράωροι ρυθμοί όπως οι δραστηριότητες κίνησης επηρεάζονται από ένα συνεχές ρολόι ρυθμισμένο σε κύκλο φωτεινότητας και σκότους (Iigo & Tabata, 1997). Γι' αυτό τον λόγο η διάρκεια της ημέρας μπορεί έμμεσα να τροποποιήσει την ανάπτυξη αυξάνοντας την πρόσληψη της τροφής. Η φωτοπερίοδος είναι δυνατόν να επηρεάσει την διατροφική συμπεριφορά, την αναπαραγωγική ωριμότητα και ωοτοκία και τη συμπεριφορά των εκτρεφόμενων ατόμων (Randall *et al.* 1998; Boef & Bail, 1999; Bromage *et al.* 2001).

2.4.3. ΔΙΑΛΥΜΕΝΟ ΟΞΥΓΟΝΟ

Η αναπνοή είτε είναι από χερσαίους είτε από υδρόβιους οργανισμούς απαιτεί οξυγόνο. Στους χερσαίους οργανισμούς το οξυγόνο στο περιβάλλον είναι σπάνια περιορισμένο. Μόνο σε πολύ κλειστούς χώρους μπορεί το οξυγόνο να καταναλωθεί. Στο υδρόβιο περιβάλλον το διαθέσιμο οξυγόνο μπορεί να γίνει περιοριστικός παράγοντας, σε συνδυασμό με άλλους παράγοντες. Ένας από τους καθοριστικότερους παράγοντες για την

επιλογή τοποθεσίας μιας υδατοκαλλιέργειας είναι η ανανέωση των νερών. Το διαθέσιμο οξυγόνο, μπορεί να επηρεαστεί μέσα στον κλωβό (σε οποιοδήποτε σημείο) από την ιχθυοπυκνότητα και να αλλάξει από το διαπερνών ρεύμα (Bowden, 2008). Η ιχθυοφόρτιση και ο μεταβολισμός των εκτρεφόμενων ιχθύων αυξάνει τις ανάγκες για περιεκτικότητα σε οξυγόνο επηρεάζοντας την ανάπτυξη των εκτρεφόμενων ιχθύων (Salas-Leiton *et al.* 2008).

2.4.4. ΑΛΑΤΟΤΗΤΑ

Η ανάπτυξη στους τελεόστεους συντελείται ακολουθώντας κάποια χαρακτηριστικά βήματα, και αναλόγως με το είδος, άλλοτε λιγότερο και άλλοτε περισσότερο κατευθύνεται από περιβαλλοντικούς παράγοντες. Τα ψάρια εξαρτώνται και από εσωτερικούς (νευρικό, ενδοκρινικό) και από εξωτερικούς (οικολογικοί) παράγοντες οι οποίοι ελέγχουν και συγχρονίζουν πολλές δραστηριότητες και λειτουργίες συμπεριλαμβανομένης και της δυνατότητας ανάπτυξης (Boef & Payan, 2001). Η αλατότητα ανήκει στους οικολογικούς παράγοντες. Μελέτες έχουν δείξει ότι 20 με 50% των συνολικών ενεργειακών αποθεμάτων αφιερώνεται στην οσμωρρύθμιση. Δεδομένα επίσης σχετικά με την προσληψιμότητα της τροφής αλλά και την διέγερση της μετατρεψιμότητας της, καθώς και τα δύο συνδέονται με την αλατότητα του περιβάλλοντος (Boef & Payan, 2001). Αρκετές ορμόνες που σχετίζονται με τον έλεγχο της ανάπτυξης (Thyroid Hormone, Growth Hormone, Insulin – like Growth Factor, κ.α.), ενεργοποιούνται κατά την οσμωρρύθμιση παίζοντας ταυτόχρονα ένα καθοριστικό ρόλο και για στις λειτουργίες. Η ανάπτυξη και η αξιοποίηση της τροφής επηρεάζεται ταυτόχρονα από την θερμοκρασία και από την αλατότητα εμφανίζοντας σύνθετες αλληλεπιδράσεις (Imsland *et al.* 2001). Η αύξηση των επιπέδων του νατρίου στο αίμα

κατά την διάρκεια αύξησης της εξωτερικής αλατότητας μπορεί να έχει επίδραση στην αύξηση σε επίπεδο κυττάρου. Η αύξηση στο μεσοκυττάριο νάτριο, που προκύπτει επίσης σε κάποια είδη εξαιτίας των μεταβολών της αλατότητας, είναι μιτογενής και αυτό μπορεί να είναι ένας ακόμα παράγοντας που μπορεί πιθανά να προκαλεί αλλαγές στο ρυθμό ανάπτυξης υπό συγκεκριμένες συνθήκες (Imsland *et al.* 2001).

2.4.5. ΒΙΟΕΠΙΣΤΡΩΣΗ

Σύμφωνα με τον FAO (2007b), βιοεπίστρωση (biofouling) ονομάζεται η συλλογή όλων εκείνων των υδρόβιων οργανισμών που προσκολλούνται και αναπτύσσονται σε υποθαλάσσια αντικείμενα όπως πλωτές κατασκευές και δίκτυα κλωβών θαλάσσης.

Μελέτες, σχετικές με την βιοεπίστρωση (biofouling) και τις συνέπειες της πάνω στην ανάπτυξη των ψαριών στους κλωβούς θαλάσσης, δεν υπάρχουν πολλές. Παρόλα αυτά η βιοεπίστρωση έχει αναδειχθεί σε τεράστιο πρόβλημα για τις θαλάσσιες καλλιέργειες με πολλά συνδεδεμένα προβλήματα (Hodson *et al.* 2000). Η ποικιλότητα και η ένταση του φαινομένου ποικίλει ανάλογα με την εποχή, την γεωγραφική τοποθεσία και τις κατά τόπους περιβαλλοντικές συνθήκες. Τα προβλήματα εντοπίζονται σε ότι είναι βυθισμένο στο νερό, από πλωτές εγκαταστάσεις και κλωβούς μέχρι και τους εκτρεφόμενους οργανισμούς. Στους κλωβούς η βιοεπίστρωση μπορεί να φράζει το δίκτυο έχοντας σαν αποτέλεσμα την μείωση της ανανέωσης των νερών. Αυτό εν συνεχεία μπορεί να προκαλέσει stress στα εκτρεφόμενα ψάρια, αποτέλεσμα της μείωσης του διαθέσιμου οξυγόνου και των συσσωρευμένων αποβλήτων, δημιουργώντας το κατάλληλο περιβάλλον για το ξέσπασμα ασθενειών με άμεσες συνέπειες στην ανάπτυξη των ψαριών.

2.4.6. ΔΙΑΤΡΟΦΗ

Σε αυτήν την κατηγορία ανήκουν διαχειριστικοί παράγοντες, που επηρεάζουν την ανάπτυξη των εκτρεφόμενων ψαριών στους κλωβούς. Αυτοί κυρίως συνοψίζονται στον τομέα της διατροφής. Η διατροφή μπορεί να επηρεάσει την ανάπτυξη των υδρόβιων οργανισμών μέσω του ιδίου του σιτηρεσίου (σύσταση) και τον ρυθμό διατροφής. Το ποσοστό πρωτεΐνης και λιπιδίων, επομένως και η ενέργεια στην τροφή είναι από τους πρώτους παράγοντες που μελετώνται. Η πρωτεΐνη είναι από τους καθοριστικούς παράγοντες που επηρεάζουν την ανάπτυξη των ψαριών, καθώς και ένα από τα ακριβότερα θρεπτικά συστατικά στην διατροφή των ιχθύων (Kousoulaki *et al.* 2007). Κατά μια άποψη η σωστή χρήση της, δηλαδή η διαμόρφωση της συμμετοχής της στην σύνθεση του σιτηρεσίου ανάλογα με τις απαιτήσεις των εκτρεφόμενων ειδών για δεδομένη ηλικία και βάρος, συμβάλλει στην αποδοτική εκτροφή τους.

Η γνώση των απαιτήσεων για πρωτεΐνες κατά την διάρκεια μιας περιόδου ανάπτυξης, είναι θεμελιώδης στην διαχείριση της εκτροφής, οδηγώντας έτσι στην μεγιστοποίηση της απόδοσης της καταναλωθείσας τροφής, στην εξοικονόμηση χρημάτων αλλά και στην μείωση των θρεπτικών που επιβαρύνουν τα υδάτινα οικοσυστήματα (Abdel-Tawwab & Ahmad, 2009). Τα λιπίδια είναι και αυτό ένα σημαντικό συστατικό του σιτηρεσίου κυρίως ως πηγή ενέργειας αλλά και ως λιπαρών οξέων (Wang *et al.* 2005). Σε πείραμα τους, οι Boujard *et al.* (2000) με το λαβράκι, έδειξαν ότι ψάρια που ταΐζονταν με καθορισμένη ποσότητα τροφής, απορροφούσαν την ίδια ποσότητα πρωτεΐνης. Αντίθετα, όσο λιγότερα λιπίδια περιείχε η τροφή τόσο περισσότερο υποσιτισμένα ήταν με την έννοια της ενέργειας. Έτσι, η παρατηρηθείσα διαφορά στην διατροφική συμπεριφορά, μπορεί να αποδοθεί στο επίπεδο πείνας που σχετίζεται με τα

λιπίδια που περιέχονται στο σιτηρέσιο. Όσο λιγότερα τα λιπίδια στο σιτηρέσιο, τόσο πιο πεινασμένα ήταν τα ψάρια οδηγώντας τα έτσι στο να καταναλώσουν γρήγορα την ίδια ποσότητα τροφής και αυτό γιατί το ενεργειακό περιεχόμενο της τροφής επηρεάζει τον κορεσμό. Αυτό καταδεικνύει ότι ο ρυθμός της πρόσληψης της τροφής, βασίζεται κυρίως στο ενεργειακό περιεχόμενο του σιτηρεσίου και όχι μόνο στην ένταση της διατροφής ή στην ποσότητα της προσφερόμενης στα ψάρια πρωτεΐνης (Boujard, 2000).

Ένα άλλο κομμάτι το οποίο σχετίζεται με την διατροφή στην εντατική ιχθυοκαλλιέργεια και μπορεί να επηρεάσει την ανάπτυξη των εκτρεφόμενων ιχθύων, είναι ο χρόνος χορήγησης του γεύματος. Το τάϊσμα είναι παράγοντας κλειδί για την ευζωία των ψαριών, παρότι η επίδραση του χρόνου χορήγησης του γεύματος στα ψάρια είναι ελάχιστα κατανοητή (Huntingford *et al.* 2006). Είναι ευρέως γνωστό ότι η ανάπτυξη μπορεί να βελτιωθεί εάν τα γεύματα είναι κατανεμημένα ώστε να ταιριάζουν με τους ρυθμούς διατροφής του οργανισμού (Azzaydi *et al.* 1999). Αποτελέσματα πειράματος με τσιπούρα, έδειξαν ότι ψάρια τα οποία ταΐζονταν απρογραμματίιστα (όχι σε συγκεκριμένη ώρα της ημέρας), παρουσίαζαν υψηλότερη ημερήσια κινητική δραστηριότητα, καταδεικνύοντας έτσι ότι δεν μπορούσαν να προβλέψουν την άφιξη του γεύματος μένοντας συνεχώς σε κατάσταση επιφυλακής για να αποφύγουν τυχόν απώλεια του. Έτσι από άποψη επίδοσης, αυτή η κατάσταση διαρκούς επιφυλακής είχε υψηλές ενεργειακές απαιτήσεις επιβραδύνοντας την ανάπτυξη (Sánchez *et al.* 2009).

2.4.7. ΤΟ ΦΥΛΟ

Ο φυλετικός διμορφισμός συσχετιζόμενος με την ανάπτυξη έχει αναφερθεί για αρκετά εμπορικά είδη (Hunter & Donaldson, 1983). Οι γνώσεις που σχετίζονται με την

διαδικασία της διαφοροποίησης του φύλου στα ψάρια είναι αρκετές, ενώ πρόσφατα, οι μηχανισμοί που εμπλέκονται με τον αρχικό καθορισμό του φύλου άρχισαν να γίνονται κατανοητοί. Ο καθορισμός του φύλου στα ψάρια είναι μια πολύ εύπλαστη διαδικασία, με σεβασμό στα πρότυπα εξέλιξης που παρατηρούνται ανάμεσα στα γένη και τις οικογένειες, ενώ ενδογενώς και ανεξάρτητα αποτελεί θέμα τροποποίησης από εξωτερικούς παράγοντες. Είναι γνωστό πλέον ότι αναλόγως το είδος, αρσενικά και θηλυκά παρουσιάζουν διαφορετική ανάπτυξη πράγμα πολύ σημαντικό για την εντατική ιχθυοκαλλιέργεια.

Για παράδειγμα στο λαβράκι κάτω από συνθήκες εντατικής εκτροφής, τα περισσότερα αρσενικά, φτάνουν σε γεννητική ωριμότητα μετά από ένα χρόνο (Carrillo *et al.* 1995). Από την άλλη πλευρά, τα θηλυκά φτάνουν στην ωριμότητα στα 2 χρόνια (Brusle & Roblin, 1984). Έτσι λοιπόν ενώ τα αρσενικά τροφοδοτούν με ενεργειακά αποθέματα τις γονάδες τα θηλυκά χρησιμοποιούν αυτά τα αποθέματα για την σωματική ανάπτυξη. Από την στιγμή λοιπόν που τα θηλυκά δεν ωριμάζουν πριν την στιγμή της αλίσευσης, ενώ αναπτύσσονται και ποιο γρήγορα η ιδέα της δημιουργίας ολο-θηλυκών παρτίδων, γίνεται όλο και ποιο ελκυστική για τις ιχθυοκαλλιέργειες (Blazquez *et al.* 1995). Ένα άλλο παράδειγμα επίδρασης του φύλου στην ανάπτυξη είναι η τσιπούρα. Σε αυτό το ερμαφρόδιτο είδος έχει παρατηρηθεί ότι η εναλλαγή από αρσενικό σε θηλυκό ακολουθείται από αύξηση του σωματικού βάρους (Rowlerson & Veggeti, 2001). Επίσης το αρσενικό αμερικάνικο γατόψαρο, *Ictalurus punctatus* (Rafinesque, 1818) έχει αναφερθεί, ότι μεγαλώνει γρηγορότερα από το θηλυκό όταν “στοκάρονται” μαζί σε δεξαμενές (Bondari, 1985).

2.4.8. ΤΟ ΕΙΔΟΣ

Η ιχθυοκαλλιέργεια επικεντρώνεται κυρίως σε σαρκοφάγα, διάδρομα, και γενικά θαλάσσια είδη υψηλής εμπορικής αξίας όπως τα σολομοειδή, το λαβράκι, η τσιπούρα κ.α. (Rowlerson & Veggeti, 2001), των οποίων η σωματική ανάπτυξη ποικίλει ανάλογα με το είδος. Σε παράλληλες πειραματικές εκτροφές που έγιναν κατά το παρελθόν, με σκοπό να διερευνηθεί η καταλληλότητα τεσσάρων νέων ειδών για εντατική εκτροφή, [μυτάκι (*Puntazzo puntazzo* L.), φαγκρί (*Pagrus pagrus* L.), σαργό (*Diplodus sargus sargus*), και σπάρο (*Diplodus annularis*)], κάνοντας παράλληλα σύγκριση και με τα ήδη επιτυχημένα λαβράκι και τσιπούρα, φάνηκε στις επιδόσεις ανάπτυξης ότι ο σαργός και ο σπάρος υστερούσαν σε ανάπτυξη έναντι του φαγκριού και του μυτακιού (Divanach *et al.* 1993).

2.5. ΕΚΤΡΟΦΗ ΚΡΑΝΙΟΥ ΣΕ ΚΛΩΒΟΥΣ ΘΑΛΑΣΣΗΣ

2.5.1. ΕΚΤΡΟΦΗ ΠΑΧΥΝΣΗΣ

Η πρώτη καταγεγραμμένη παραγωγή έλαβε μέρος στην Γαλλία το 1997. Από τότε η παραγωγή επεκτάθηκε με αργούς ρυθμούς και στις γειτονικές χώρες, ειδικά από την πλευρά του Τυρρηνικού πελάγους των Ιταλικών ακτών καθώς και στην Κορσική (FAO, 2007). Τα τελευταία πέντε χρόνια εντατικά και στην Ελλάδα.

Οι τεχνικές εκτροφής σε κλωβούς θαλάσσης είναι παρόμοιες με αυτές του λαβρακιού και της τσιπούρας. Το συγκεκριμένο είδος δεν φαίνεται να παρουσιάζει ιδιαίτερες απαιτήσεις τόσο στην τοποθέτηση του στις υπάρχουσες εγκαταστάσεις της εκάστοτε μονάδας όσο και διαχειριστικά. Έτσι, η τοποθέτηση του γίνεται κυρίως, σε κυκλικούς και τετράγωνους κλωβούς πολυαιθυλενίου, διαφόρων διαστάσεων, όπως επίσης και σε τετράγωνους σιδερένιους ή πολυαιθυλενίου.

Το αρχικό βάρος εισαγωγής του στους κλωβούς μπορεί να κυμαίνεται από τα 3.6g έως και τα 10g. Οι διαδικασίες που ακολουθούνται είναι ίδιες με αυτές των παραδοσιακών εκτρεφόμενων ειδών χωρίς να απαιτούνται ιδιαίτεροι χειρισμοί. Πρόσφατα μάλιστα, έχουν χρησιμοποιηθεί και βυθιζόμενοι κλωβοί. Είναι κλωβοί δυναμικότητας 2000 m³, βυθιζόμενοι στα 10-20 m, χαμηλής ιχθυοπυκνότητας (10-15 m³) (FAO, 2007).

Διαφοροποίηση δεν προκύπτει ούτε και στην διατροφή του, καθώς οι μέχρι τώρα τροφές που χρησιμοποιούνται είναι οι σύννητες για τσιπούρα-λαβράκι (43,5-52% πρωτεΐνη, 10-20% ολικά λιπαρά, 8-12% τέφρα). Ωστόσο, σύμφωνα με αναφορές σχετικές με την εκτροφή του είδους σε κλωβούς θαλάσσης υπάρχουν ικανοποιητικά

αποτελέσματα. Αυτά ερμηνεύονται με τους όρους του ρυθμού ανάπτυξης και του FCR ο οποίος δίνει μια αναλογία 1,7:1 (JRC, 2008). Αν και σε γενικές γραμμές δεν έχει καθοριστεί το εμπορεύσιμο μέσο βάρος πώλησης για το είδος, οι εταιρίες ξεκινούν συνήθως την αλίευση από τα 2 kg φτάνοντας και τα 4 kg. Αυτό όμως καθορίζεται και από τις ανάγκες της αγοράς, που με την σειρά τους θα οδηγήσουν τις εταιρίες είτε στο να διανείμουν το προϊόν νωπό είτε να το μεταποιήσουν.

2.5.2. ΑΣΘΕΝΕΙΕΣ

Ο κρανιός, είναι ιδιαίτερα ανθεκτικό είδος σε σχέση με τα υπόλοιπα εκτρεφόμενα. Παρ' ότι υπάρχουν πολύ λίγα στοιχεία σχετικά με ότι αφορά τις ασθένειες, φαίνεται να είναι ιδιαίτερα ανθεκτικό στα βακτήρια σε σχέση με άλλα θαλάσσια είδη (FAO, 2005). Έχουν υπάρξει όμως περιστατικά εξωπαρασιτώσεων όπως το *Amyloodinium sp.*, *Calceostoma glandulosum*, και *Sciaenacotyle panceri* (Hayward *et al.* 2007). Σχετικά με το τελευταίο παράσιτο τα αναφερόμενα ποσοστά θνησιμότητας, από εκτρεφόμενους κρανιούς στην δυτική Μεσόγειο, έφτασαν τα 5 με 10% (Merella *et al.* 2009). Είναι περιστατικά όμως στα οποία η καλύτερη αντιμετώπιση προέρχεται μέσω της πρόληψης και συγκεκριμένα από τον έλεγχο της πυκνότητας και της ποιότητας του νερού (Hayward *et al.* 2007).

2.6. ΜΥΪΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

2.6.1. ΜΥΕΣ

Στα ψάρια ο μυϊκός ιστός καταλαμβάνει ένα μεγάλο μέρος του σώματος, που μπορεί να φτάσει το 40-60% (Karoor & Khanna, 2004). Ο κύριος μυϊκός άξονας των ιχθύων διαχωρίζεται σε δύο τύπους, γρήγορης μυϊκής σύσπασης ή λευκός μυς, και αργής μυϊκής σύσπασης ή ερυθρός μυς, τα οποία όμως και ανατομικά διαφέρουν (Altringham & Shadwick, 2001). Ορισμένα είδη έχουν ένα λεπτό στρώμα από ροζ μυ, ο οποίος μεσολαβεί μεταξύ των γρήγορων και αργών, και έχει ενδιάμεσα μεταβολικά χαρακτηριστικά. Το κύριο τμήμα της μυοτομής (myotome) του ψαριού, αποτελείται από τις λευκές μυϊκές ίνες, οι οποίες και παρέχουν υψηλή κολυμβητική ταχύτητα χρησιμοποιώντας αναερόβιες μεταβολικές διαδικασίες. Οι κόκκινες μυϊκές ίνες αξιοποιούν τον αερόβιο μεταβολισμό ενώ επιστρατεύονται για δραστηριότητες ρουτίνας όπως συλλογή τροφής και μετανάστευση (Johnston, 1999).

2.6.2. ΣΚΕΛΕΤΙΚΟΣ ΜΥΪΚΟΣ ΙΣΤΟΣ ΚΑΙ ΦΥΣΙΟΛΟΓΙΑ

Ο σκελετικός μυϊκός ιστός στα είναι δέσμη μακριών, κυλινδρικών, πολυπύρηνων κυττάρων, τα οποία ονομάζονται μυϊκές ίνες (Luther *et al.* 1996). Αυτές κάτω από φως ή στο ηλεκτρονικό μικροσκόπιο εμφανίζονται ως διαγραμμισμένες με ραβδώσεις. Διάφορες τέτοιες μυϊκές ίνες συχνά περίπου 20-100 μm και διαμέτρου μερικών χιλιοστών ή εκατοστών σε μήκος, είναι ομαδοποιημένες σε μεγαλύτερες δέσμες από ένα εκτεταμένο στρώμα συνδετικού ιστού. Όλο αυτό το σύνολο μαζί και με άλλες τέτοιες ίνες σχηματίζουν τον μυ. Τριχοειδή αγγεία καθώς και νευρικοί άξονες διασχίζουν τις ίνες, στο πλευρικό τελείωμα της επιφάνειας των ινών, στην νευρομυϊκή ένωση. Διάφορες τέτοιες

ίνες εξυπηρετούνται από διακλαδώσεις ενός μόνου άξονα, ο οποίος σε αυτή την περίπτωση σχηματίζει μια κινητήρια μονάδα. Κάθε ίνα, αποτελείται από μια δέσμη κυλινδρικών κατασκευών, οι οποίες φτάνουν πολύ συχνά τα 1-10 μm σε διάμετρο/πλάτος, περιέχοντας ένα συσταλτικό υλικό (Luther *et al.* 1996). Η ακριβής ορολογία ορίζει τρεις κατηγορίες σκελετικών μυϊκών ινών βασιζόμενη στο χρώμα (κόκκινη, ροζ, και λευκή) και αυτό εξαιτίας της περιεκτικότητας σε μυοσφαιρίνη.

Η ικανότητα του μυϊκού ιστού για αερόβιο μεταβολισμό αντανakλάται στα επίπεδα μυοσφαιρίνης. Η μυοσφαιρίνη καθορίζει το χρώμα το οποίο είναι βασική παράμετρο στην περιγραφή των μηχανικών χαρακτηριστικών (μεταβολικών και συσταλτικών) του κάθε τύπου ινών (Douglas, 2005). Από όλα τα κυτταρικά στοιχεία που καθορίζουν τις μηχανικές επιδόσεις ενός μυϊκού κυττάρου, η ισόμορφη της μυοσίνης που βρίσκεται στα πυκνά ινίδια είναι η πιο σημαντική (Douglas, 2005). Οι ροζ και οι λευκοί μύες μοιράζονται την ίδια “γρήγορη” μυοσίνη, προσθήκη ελαφριάς πεπτιδικής αλυσίδας, ενώ η κόκκινη έχει μια χαρακτηριστική “αργή” ισόμορφη. Οι κόκκινες ίνες αναφέρονται κυρίως ως αργές (με βάση τη μηχανική ανταπόκριση), οξειδωτικές (με βάση το μεταβολικό προφίλ), ή ως τύπος I ινών (με βάση την ισόμορφη βαρέα πεπτιδική αλυσίδα της μυοσίνης). Σχηματίζουν ένα σχετικά μικρό τμήμα, από την συνολική μυϊκή μάζα, περίπου το 10% στα περισσότερα είδη ψαριών. Σε μερικά μπορεί να φτάσει και το 30% ενώ σε κάποια είδη απουσιάζει τελείως (Sanger & Stoiber, 2001).

2.6.3. ΜΥΙΚΕΣ ΙΝΕΣ ΚΑΙ ΚΑΤΗΓΟΡΙΕΣ

Οι μυϊκές ίνες, ταξινομούνται κυρίως σε τρεις τύπους τις λευκές τις ερυθρές και τις ροζ. Αυτές έχουν διαφορετικές μεταβολικές και δομικές ιδιαιτερότητες, κατανομή καθώς και λειτουργίες (Jobling, 1995). Ωστόσο, παρότι επικρατεί η ταξινόμηση των τριών τύπων ινών, τα περισσότερα ψάρια έχουν περισσότερους τύπους ινών (πιθανός κάποια έχουν και λιγότερους) πράγμα το οποίο εξαρτάται είτε από τον μεταβολισμό, την ιστοχημεία, τον κυτταροσκελετό (ultrastructural), την ισόμορφη της πρωτεΐνης, ή τα λειτουργικά χαρακτηριστικά που είναι καθορισμένα, εξαιρουμένης της επίδρασης της οντογένεσης (Sanger & Stoiber, 2001). Ο φαινότυπος όλων των διαφορετικών τύπων μυϊκών ινών αλλάζει κατά την διάρκεια της οντογένεσης καθώς το ψάρι ωριμάζει (Johnston, 1999). Η έκρηξη στο μέγεθος του ψαριού, που προκύπτει μεταξύ της εκκόλαψης και της ωριμότητας οφείλεται στην δημιουργία νέων μυϊκών ινών (υπερπλασία), το οποίο περιλαμβάνει μεταξύ άλλων και την σύνθεση συστατικών νηματίων. Επίσης ανάλογα με την βιοκινητικότητα έχουμε δύο τύπους ινών, τον τονικό (tonic) και τον συσπώμενο (twitch). Από την στιγμή που οι ώριμες λευκές και κόκκινες μυϊκές ίνες σπάνια περνούν τα 50 με 200 μm σε διάμετρο (Weatherley *et al.* 1988), η ανάπτυξη ενός μεγάλου σε μέγεθος ψαριού μπορεί να επιτευχθεί μόνο από την δημιουργία νέων μυϊκών ινών, δηλαδή με υπερπλασία (Johnston, 1999).

2.6.4. ΜΥΙΚΗ ΚΥΤΤΑΡΟΤΗΤΑ ΚΑΙ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

Αρκετοί συγγραφείς αναφέρουν ως “μυϊκή κυτταρότητα” τον συνδυασμό του αριθμού των ινών με το εκτιμώμενο μέγεθος (ο αριθμός των ινών σε σχέση με την έκταση

τους) (Rowlerson & Veggeti, 2001). Η ανάπτυξη στα ψάρια είναι μια πλαστική διαδικασία (Silva *et al.* 2009), και περιλαμβάνει την αύξηση του μεγέθους των μυϊκών ινών (υπερτροφία) και την δημιουργία νέων μυϊκών ινών (υπερπλασία) (Johnston, 1999, Rowlerson & Veggeti, 2001). Ο ρυθμός της υπερτροφίας και της υπερπλασίας των μυϊκών ινών ποικίλει ανάλογα με το είδος, ενώ μπορεί να επηρεαστεί από ελεγχόμενες συνθήκες εκτροφής όπως το σιτηρέσιο, την άσκηση, και την θερμοκρασία. Γι' αυτό το λόγο η εκτροφή των ψαριών μπορεί να δώσει ένα μεγάλο εύρος από αριθμούς και νούμερα μυϊκών ινών στην σάρκα (μυϊκή κυτταρότητα) (Periago *et al.* 2005). Προηγούμενες έρευνες έδειξαν ότι, η υπερπλασία και υπερτροφία απαιτεί ευκρινείς πληθυσμούς από πρόδρομα κύτταρα των μυών (stem cells) (Koumans & Akster, 1995). Αυτά τα κύτταρα μπορεί να προσθέσουν νέες ίνες στην μυοτομή μέσω της προσθήκης, εσωτερικών περιφερειακών από πολλαπλασιασμό ζωνών (στρωματοποιημένος, τύπος ανάπτυξης) αλλά και από την εισαγωγή ήδη υπαρχόντων ινών (μωσαϊκός, τύπος ανάπτυξης) (Rowlerson & Veggeti, 2001). Τα πρόδρομα κύτταρα μπορεί επίσης να μεγεθύνουν τα ήδη υπάρχοντα (υπερτροφία), μέσω της σύμπτυξης (Johnston, 1999). Η σημασία της υπερτροφίας και υπερπλασίας στην ανάπτυξη των μυών σχετίζεται τόσο με τον τύπο των ινών και τον ρυθμό ανάπτυξης όσο και με το μέγιστο μέγεθος σώματος των ειδών (Weatherley *et al.* 1998).

2.6.5. ΜΥΙΚΗ ΥΠΕΡΤΡΟΦΙΑ

Οι μυϊκές ίνες αυξάνονται μέσω της υπερτροφίας από την μετά – εμβρυική ζωή έως ότου να φτάσουν την μέγιστη λειτουργική διάμετρο. Αυτή καλύπτει ένα εύρος 100-300 μm για τις γρήγορες λευκές ίνες στα περισσότερα ψάρια, ενώ για τις αργές κόκκινες αυτό είναι μικρότερο αφού εξαρτώνται από την παροχή οξυγόνου μέσω των τριχοειδών

αγγείων (Sänger, 1993). Η παρατήρηση των πυρήνων των μυϊκών ινών (myogenic cells) έδειξε ότι οι ίνες προσλαμβάνουν επιπλέον πυρήνες καθώς αυξάνονται (Nathanailides *et al.* 1996). Αυτή η διαδικασία αρχικά περιγράφηκε στους μύες των θηλαστικών. Οι νέοι πυρήνες τροφοδοτούνται από ένα πληθυσμό πρόδρομων κυττάρων τα οποία με την σειρά τους συνενώνονται με τους υπάρχοντες μύες για να τους προμηθεύσουν με νέους πυρήνες. Για να γίνει η τροφοδοσία με τους πυρήνες που απαιτούνται κατά την διάρκεια της ανάπτυξης, ο πληθυσμός των πρόδρομων κυττάρων πρέπει να είναι ικανός να πολλαπλασιαστεί (Rowlerson & Veggeti, 2001).

2.6.6. ΜΥΙΚΗ ΥΠΕΡΠΛΑΣΙΑ

Η ανάπτυξη μέσω της υπερπλασίας των μυών αναφέρεται στην αύξηση του αριθμού των μυϊκών ινών κατά την διάρκεια σχηματισμού τους (Rowlerson & Veggeti, 2001). Αυτό δεν περιλαμβάνει και τον πολλαπλασιασμό των πρόδρομων μυϊκών κυττάρων ο οποίος είναι απαραίτητος για να υποστηριχθεί η υπερτροφική ανάπτυξη. Σύμφωνα με τους Rowlerson και Veggeti (2001) η κατανομή της διαμέτρου των ινών και ειδικά της παρουσίας πολύ μικρών ινών σε διάμετρο συχνά χρησιμοποιείται ως μέτρηση για την εμφάνιση των νέων ινών και κατά συνέπεια για την υπερπλασία.

2.7. ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ ΠΟΥ ΕΠΗΡΕΑΖΟΥΝ ΤΗΝ ΜΥΙΚΗ ΑΝΑΠΤΥΞΗ

2.7.1. ΣΙΤΗΡΕΣΙΟ: Ο ΡΥΘΜΟΣ, ΔΙΑΤΡΟΦΙΚΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑ, ΚΑΙ ΚΟΙΝΩΝΙΚΗ ΙΕΡΑΡΧΙΑ

Η ατροφία των λευκών μυϊκών ινών προκύπτει κάτω από δύσκολες, περιοριστικές διατροφικές συνθήκες, οπότε η μείωση του μεγέθους του σιτηρεσίου προφανώς μειώνει και την μυϊκή ανάπτυξη (Rowlerson & Veggeti, 2001). Κατά τα πρώιμα στάδια, η μείωση του σιτηρεσίου επηρεάζει τόσο την υπερτροφία όσο και την υπερπλασία. Στα μικρά ψάρια μεγάλη μείωση του επιπέδου του σιτηρεσίου, οδηγεί σε αργό ρυθμό ανάπτυξης η οποία συνδέεται με εύλογη μείωση της υπερτροφίας των λευκών μυϊκών ινών (Kiechl et al. 1991). Η πηγή της πρωτεΐνης, και κυρίως η σύνθεση της σε αμινοξέα, έχει ιδιαίτερη σημασία για την ανάπτυξη του ψαριού (Murai, 1992). Μελέτη των Fauconneau *et al.* (1997), έδειξε ότι δεν υπήρξε συγκεκριμένη επίδραση από την περιεκτικότητα σε λιπίδια του σιτηρεσίου πάνω στην ανάπτυξη του γρήγορου – λευκού μυ. Σύγκριση όμως μεταξύ εκτρεφόμενης και “άγριας” τσιπούρας, αποκάλυψε διαφορές τόσο στα λιπαρά οξέα από ίχνη στοιχείων σε περιεχόμενο μυ όπως και στην ελαφριά αλυσίδα της μυοσίνης σε περιεχόμενο κόκκινου μυ (Carpene *et al.* 1998). Αυτή η παρατήρηση διστακτικά απέδωσε διαφορές σχετικές με την υπερτροφική ανάπτυξη του κόκκινου μυ καθώς, δεν είναι ξεκάθαρο, εάν αυτές προήλθαν από διαφορετικά σιτηρέσια ή από τον τρόπο διαβίωσης τους και συγκεκριμένα από την άσκηση (Rowlerson & Veggeti, 2001). Σε νεαρά άτομα σολομού, η κοινωνική ιεραρχία αποτελεί την βασική επεξήγηση για να κατανοηθεί η διαφοροποίηση τους σε δύο ομάδες. Την πρώτη, γρήγορης – ανάπτυξης και την δεύτερη αργής – ανάπτυξης, ομάδες ψαριών που διαφοροποιήθηκαν κατά τις αρχές φθινοπώρου

της πρώτης χρονιάς (Metcalf *et al.* 1989), καθώς επίσης και τα συνεπακόλουθα συμπεράσματα τις επιδράσεις της ιεραρχίας, στην μυϊκή ανάπτυξη (Higgins & Thorpe, 1990).

2.7.2. ΟΡΜΟΝΙΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Οι ορμονικοί παράγοντες εμπλέκουν κυρίως την αυξητική ορμόνη (GH), παρότι η θυρεοειδής και οι στεροειδείς ορμόνες μπορούν να λειτουργήσουν ως αυξητικοί παράγοντες (Rowlerson & Veggeti, 2001, Kiessling *et al.* 2006).

2.7.3. ΓΕΝΕΤΙΚΕΣ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ

Οι γενετικές επιδράσεις στην μυϊκή ανάπτυξη στα είδη σχετίζονται κυρίως με το φύλο, το είδος και την τριπλοειδία (Rowlerson & Veggeti, 2001). Σε κάποια είδη ο φυλετικός διμορφισμός ως δείκτης μεγέθους σώματος εμφανίζεται στα νεαρά άτομα που φτάνουν στο στάδιο της γεννητικής ωριμότητας. Πλέον υπάρχουν τεχνικές παραγωγής ‘‘supermales’’, καθώς και όλο – θηλυκών ατόμων, με επιτυχημένα εμπορικά αποτελέσματα. Στην ερμαφρόδιτη τσιπούρα η μεταμόρφωση από αρσενικό σε θηλυκό συνοδεύεται από αξιόλογη σωματική αύξηση, καθώς και σημαντική υπερτροφία των μυϊκών ινών (Rowlerson *et al.* 1995). Στα είδη γρήγορης ανάπτυξης, θα ήταν ενδιαφέρον να γνωρίζαμε εάν οι μηχανισμοί της μυϊκής ανάπτυξης αντανakλούν ένα πιο προχωρημένο στάδιο ανάπτυξης ή παρουσιάζουν μια συγκεκριμένη επίδραση της υπερπλασίας (Rowlerson & Veggeti, 2001). Είδη γρήγορης ανάπτυξης όπως η ιριδίζουσα πέστροφα, είναι γνωστό εδώ και καιρό ότι παρουσιάζεται μια σταθερή αύξηση κατά την υπερ – πλαστική ανάπτυξη των γρήγορων λευκών μυϊκών ινών (Valente *et al.* 1999).

2.7.4. ΤΡΙΠΛΟΕΙΔΙΑ

Από την στιγμή που η τριπλοειδία σχετίζεται με την στειρότητα, είναι εύλογο να υπάρξει ενδιαφέρον στην εντατική ιχθυοκαλλιέργεια μιας και έτσι μπορούν να αποφευχθούν παραγωγικές απώλειες που σχετίζονται με την γεννητική ωριμότητα κατά την εκτροφή (Rowlerson & Veggeti, 2001). Κατά τους Rowlerson και Veggeti (2001), οι γονάδες σε ένα ώριμο ψάρι υπολογίζονται σε περίπου 25% του σωματικού βάρους. Έτσι από μια άποψη η αξία των τριπλοειδών ατόμων συνοψίζεται στο ότι η μεταβολική προσπάθεια η οποία θα δινόταν για την γεννητική ωριμότητα τώρα θα δοθεί στην μυϊκή ανάπτυξη.

2.7.5. ΕΠΟΧΙΑΚΟΙ ΠΑΡΑΓΟΝΤΕΣ

Πολλά ψάρια παρουσιάζουν μεταβολές στον ρυθμό ανάπτυξης, με την θερμοκρασία να παίζει τον καθοριστικότερο παράγοντα σε αυτό. Η φωτοπερίοδος επίσης μπορεί να επηρεάσει την ανάπτυξη καθώς και την εξέλιξη (Rowlerson & Veggeti, 2001). Οι επιδράσεις από την αύξηση της θερμοκρασίας στην μυϊκή ανάπτυξη σε διαφορετικά στάδια ζωής έχουν επίσης περιγραφεί στο παρελθόν.

Οι Lopez – Albors *et al.* (2008), σε πείραμα σχετικά με την επίδραση της θερμοκρασίας στην δυναμική αύξησης του λευκού μυ στο λαβράκι, αναφέρουν ότι η μυϊκή ανάπτυξη κατά το προνυμφικό στάδιο ήταν συνέπεια, συνεχούς υπερτροφίας και ενεργούς στρατολόγησης νέων μυών.

Στις αρχές του καλοκαιριού, παρατηρήθηκαν πολύ υψηλοί ρυθμοί υπερπλασίας και υπερτροφίας των λευκών μυϊκών ινών. Αναφορικά με την μυϊκή υπερπλασία,

παρατηρήθηκε εποχιακή επίδραση πάνω στον ρυθμό ανάπτυξης. Μειώθηκε σημαντικά κατά τον χειμώνα και την άνοιξη, αλλά επανήλθε και αυξήθηκε στο μέγιστο κατά την διάρκεια του δεύτερου καλοκαιριού (Lopez – Albors *et al.* 2008).

2.7.6. ΑΣΚΗΣΗ ΚΑΙ ΟΙ ΕΠΙΔΡΑΣΕΙΣ ΤΗΣ «ΙΣΤΟΡΙΑΣ ΑΝΑΠΤΥΞΗΣ»

Η άσκηση μπορεί να παράγει υπερτροφία των αργών – κόκκινων καθώς και των γρήγορων – λευκών μυών (Rowlerson & Veggeti, 2001). Αυτή μπορεί να παρέχεται με διάφορους τρόπους, εξαρτώμενη από το είδος και τις κολυμβητικές συνήθειες. Από την άλλη όμως, υψηλά επίπεδα άσκησης μπορεί να προκαλέσουν αρνητικές συνέπειες σε κάποια είδη (Davinson, 1997). Στο ψάρι, το μέγεθος του αυγού επηρεάζει την μετέπειτα ανάπτυξη όπως επίσης και την επιβίωση (Rowlerson & Veggeti, 2001). Πειράματα τα οποία διενεργήθηκαν με σκοπό να διαπιστώσουν τις επιδράσεις της θερμοκρασίας στην πρόωρη ανάπτυξη, έδειξαν ότι αυτό μπορεί να επηρεάσει τον αριθμό των πρόδρομων κυττάρων στον μυ (Usher *et al.* 1994), και την μυϊκή ανάπτυξη στα πρώτα στάδια ανάπτυξης του γόνου (Nathanailides *et al.* 1995a). Είναι πιθανόν να υπάρχει επίδραση της θερμοκρασίας, κατά την εμβρυϊκή ανάπτυξη, ακόμα και στα στάδια εκτροφής (Johnston *et al.* 2003).

3. ΠΟΙΟΤΗΤΑ ΦΙΛΕΤΟΥ ΕΚΤΡΕΦΟΜΕΝΟΥ ΚΡΑΝΙΟΥ

Πολλά ψάρια κατά το παρελθόν έχουν καταναλωθεί υπό την μορφή του φιλέτου (σολομός, πέρκα, ξιφίας, πέστροφα, κ.α.). Ακόμη και η τσιπούρα και το λαβράκι που το μεγαλύτερο ποσοστό τους πωλείται νωπό, έχει αρχίσει και αυτό να πωλείται υπό την μορφή φιλέτου. Σύμφωνα με έρευνες η τάση της φιλετοποίησης θα αυξηθεί ακόμη περισσότερο στο μέλλον, είτε γιατί ο κόσμος θα έχει λιγότερο χρόνο να μαγειρέψει, είτε γιατί οι νεότερες γενιές θα αυξήσουν την ζήτηση για κατανάλωση έτοιμων προϊόντων (GIAUC, 2006). Ο κρανιός, παρουσιάζει αρκετά θετικά εμπορικά χαρακτηριστικά ενώ το μέγεθος και το σχήμα επιτρέπει την βέλτιστη φιλετοποίηση του (Hernandez *et al.* 2009).

Το ψάρι αυτό εκτιμάται ιδιαίτερα από τους καταναλωτές για την ποιότητα της σάρκας (Poli *et al.* 2003), επιπλέον συγκρινόμενο με άλλα εκτρεφόμενα είδη όπως η τσιπούρα και το λαβράκι (Özogul & Özogul, 2007), ο κρανιός είναι ένα ψάρι με χαμηλή περιεκτικότητα σε λίπος (Hernandez *et al.* 2009). Αυτό το χαρακτηριστικό του, δηλαδή κάτω από συνθήκες εντατικής εκτροφής να αναπτύσσει αρκετά χαμηλότερα ποσοστά μεσεντερικού και ενδομυϊκού λίπους, του επιτρέπει την διατήρηση του στην ψύξη για μεγαλύτερο χρονικό διάστημα (Poli *et al.* 2003). Τα χαμηλά επίπεδα λίπους στην σάρκα, αντιπροσωπεύουν σημαντική και αντικειμενική παράμετρο ποιότητας που ενδιαφέρει σε σημαντικό βαθμό τον καταναλωτή. Τα παραπάνω αποτελέσματα δικαιώνουν στο ακέραιο την κοινή ονομασία που έχει δοθεί για αυτό το είδος της οικογένειας των σκιαινιδών (meagre μτφ. ισχνός).

4. ΣΚΟΠΟΣ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Ο σκοπός της παρούσης διπλωματικής εργασίας ήταν να διερευνηθεί η καταλληλότητα και τα τυχόν προβλήματα που προκύπτουν από την εκτροφή ενός ‘‘νέου’’ είδους για τις θαλάσσιες εκτροφές. Παρουσιάζονται για πρώτη φορά δεδομένα εκτροφής από εντατική μονάδα παραγωγής στην Ελλάδα. Η συνοπτική περιγραφή αυτών συνδυάζει στοιχεία από τους τομείς της διατροφής, διαχείρισης, παθολογίας, μυϊκής κυτταρότητας και ποιότητας του παραγόμενου φιλέτου, θέλοντας να αποδώσει μια σφαιρική εικόνα από την παραγωγή του είδους σε ρεαλιστικές συνθήκες εκτροφής.

Τέλος, παρουσιάζονται μορφομετρικά δεδομένα, απόδοση φιλετοποίησης και ποσοστό λίπους, παρέχοντας στοιχεία ποιοτικών και ποσοτικών παραμέτρων απόδοσης κατά την μεταποίηση.

5. ΥΛΙΚΑ ΚΑΙ ΜΕΘΟΔΟΙ

Το πείραμα έλαβε μέρος σε εντατική μονάδα εκτροφής της δυτικής Ελλάδας. Οι μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν στις εγκαταστάσεις των εργαστηρίων Υδατοκαλλιέργειών και Εσωτερικών Υδάτων και Οικοφυσιολογίας ιχθύων του ΤΕΙ Ηπείρου.

5.1. ΣΥΝΘΗΚΕΣ ΕΚΤΡΟΦΗΣ

Το πείραμα έλαβε σε εντατική μονάδα εκτροφής στην δυτική Ελλάδα. Ξεκίνησε με την τοποθέτηση μιας “παρτίδας” κρανιού τον Ιούλιο του 2008. Η χρονική διάρκεια εκτροφής των ατόμων ήταν 497 ημέρες (16 μήνες και 10 ημέρες) και ξεκίνησε από 22/07/2008 και ολοκληρώθηκε στις 30/11/2009. Η “παρτίδα” αποτελούνταν από 49800 άτομα μέσου βάρους $3,6 \pm 0,5$ g. Η πρώτη τοποθέτηση της έγινε σε πλαστικό κυκλικό κλωβό πολυαιθυλενίου διαμέτρου 12 m και χωρητικότητας 1000 m³. Σε διάστημα 178 ημερών από την τοποθέτηση της, έγινε μετεγκατάσταση – αραίωση σε πλαστικό κυκλικό κλωβό πολυαιθυλενίου διαμέτρου 19 m και χωρητικότητας 3000 m³. Η αρχική ιχθυοπυκνότητα ήταν 0,45 kg/ m³ και η τελική στα 18,11 kg/ m³, με μέση ιχθυοπυκνότητα 6,79 kg/ m³. Κατά την διάρκεια της εκτροφής, η ελάχιστη μέση θερμοκρασία κυμάνθηκε περί τους 13,2 °C κατά τον μήνα Μάρτιο του 2009 ενώ η μέγιστη μέση θερμοκρασία ανήλθε περί τους 24,7 °C τον μήνα Σεπτέμβριο του 2009. Η διατροφή στους πρώτους 3 μήνες γινόταν με το χέρι, μέχρι κορεσμού, τέσσερις φορές ημερησίως. Από εκεί και έπειτα η διατροφή γινόταν με πνευματικό σύστημα (“κανονάκι”) μια φορά ημερησίως και με βάση τον υπολογισμό της διαθέσιμης βιομάζας (αριθμός ψαριών x μέσο βάρος). Σε όλη την διάρκεια της εκτροφής η χορηγούμενη ποσότητα ζυγίζονταν

καθημερινά με ζυγό ακριβείας. Οι τροφές που δίνονταν ήταν τσιπούρας/λαβρακιού ξηρού τύπου “extruded”. Συγκεκριμένα στα πρώτα στάδια (3 πρώτοι μήνες) της εκτροφής η τροφή περιείχε, 50% πρωτεΐνη και 18% ολικά λιπαρά. Στο επόμενο στάδιο (από τον 4^ο έως και 13^ο μήνα), 44% πρωτεΐνη και 16,5% ολικά λιπαρά ενώ στο τελευταίο στάδιο (14^ο έως και 17^ο μήνα) 43,5% πρωτεΐνη και 10% ολικά λιπαρά. Οι αλλαγές διχτυού πραγματοποιούνταν όποτε αυτό κρίνόταν απαραίτητο, ανάλογα με την εικόνα που παρουσίαζαν υποθαλάσσια. Επιπλέον χειρισμοί, όπως διαλογή, δεν πραγματοποιήθηκαν και αυτό γιατί δεν ήταν γνωστός ο βαθμός ευαισθησίας των ψαριών. Το ποσοστό επιβίωσης έφτασε στο 85,52%.

5.1.1. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΕΣ – ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

Κατά την διάρκεια του πειράματος γίνονταν δειγματοληψίες στην αρχή κάθε μήνα. Η σύλληψη των ατόμων γινόταν με ειδικό δίχτυ αλίευσης που συλλάμβανε τα ψάρια χωρίς να τα τραυματίσει. Τα ψάρια την παραμονή της δειγματοληψίας υποβάλλονταν σε νηστεία. Κατά την διάρκεια της δειγματοληψίας γινόταν ολική αναισθητοποίηση και κατόπιν ατομικά λαμβάνονταν μετρήσεις για να διαπιστωθεί το μέσο βάρος.

Καθημερινά γινόταν έλεγχος για την απομάκρυνση, συλλογή και καταμέτρηση της θνησιμότητας ενώ με καταδυτικές αυτοψίες καταγραφόταν η συμπεριφορά του είδους σε συνθήκες θαλάσσιας εντατικής εκτροφής καθώς επίσης και τυχόν διαφορές που παρουσιάζει με την τσιπούρα και το λαβράκι. Με την απομάκρυνση και ταυτόχρονα την κάθε δειγματοληψία γινόταν και υπολογισμός της ιχθυοπυκνότητας (stocking density).

Κάθε ημέρα γινόταν καταγραφή του θερμοκρασιακού προφίλ από σταθερό ψηφιακό θερμόμετρο. Τοποθετημένο μόνιμα πλησίον του κλωβού, σε βάθος που

αντιστοιχούσε με το μέσο του μήκους του βυθιζόμενου διχτύου. Με το τέλος του πειράματος υπολογίστηκε το **FCR**: Δείκτης μετατρεψιμότητας τροφής = Βάρος καταναλωθείσας τροφής (g)/ Αύξηση βάρους (g), και το **SGR**: Ειδικός ρυθμός αύξησης = $(\ln[\text{τελικού μέσου βάρους (g)}] - [\text{αρχικού μέσου βάρους (g)}]) \times 100 / \text{διάρκεια εκτροφής}$. Κατά την διάρκεια της εκτροφής η τροφή χορηγήθηκε σε ποσοστό επί της βιομάζας ως εξής:

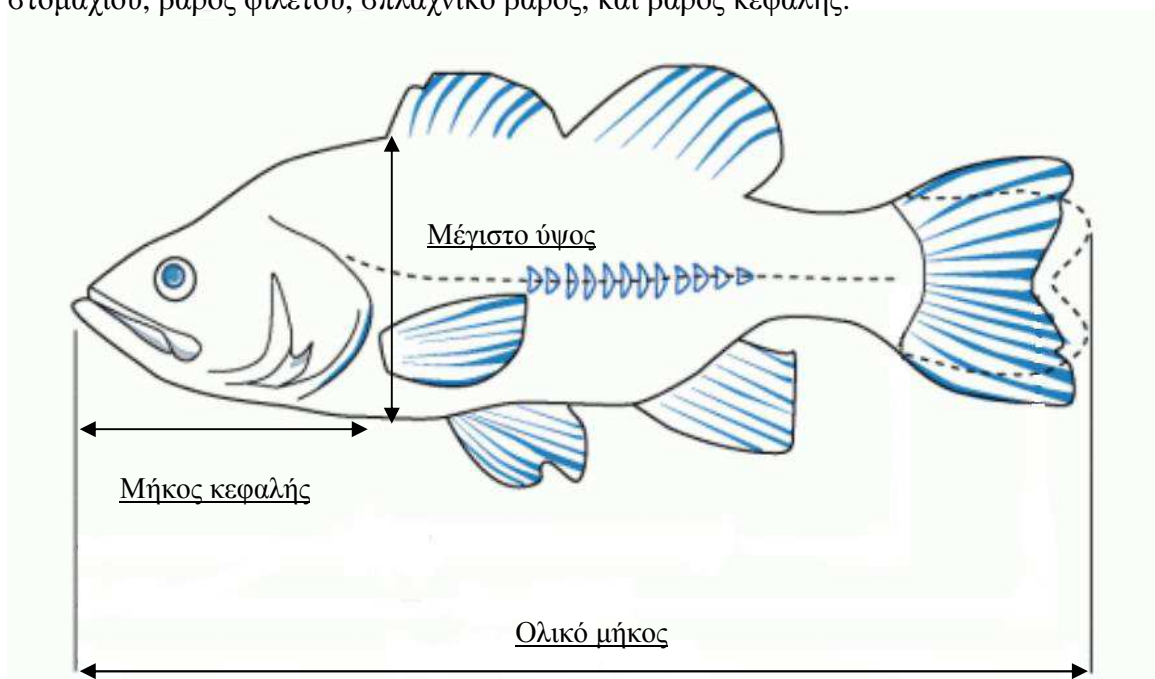
- Από τον 1^ο έως τον 3^ο μήνα εκτροφής με 12,3% επί της βιομάζας.
- Από τον 4^ο έως τον 13^ο μήνα εκτροφής με 0,9% επί της βιομάζας.
- Από τον 14^ο έως τον 17^ο μήνα εκτροφής με 0,75% επί της βιομάζας.

Τέλος έγινε προσδιορισμός μορφομετρικών παραμέτρων (ολικό μήκος και βάρος, βάρος σπλάχνων, γονάδων, κεφαλής, πτερυγίων, δέρματος και φιλέτου), ενώ σε δείγμα δέκα ιχθύων, έγινε προσδιορισμός του λίπους (Bligh & Dyer, 1959) και της υγρασίας των φιλέτων.

5.2. ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ

5.2.1. ΜΟΡΦΟΜΕΤΡΙΚΕΣ ΚΑΙ ΣΩΜΑΤΟΜΕΤΡΙΚΕΣ

Για τις εργαστηριακές μετρήσεις πραγματοποιήθηκαν τέσσερις δειγματοληψίες. Συγκεκριμένα, οι ημερομηνίες λήψεις αυτών με χρονολογική σειρά ήταν 12 Νοεμβρίου 2008, 10 Δεκεμβρίου 2008, 28 Μαΐου 2009 και 1 Νοεμβρίου 2009. Σε κάθε μια από αυτές λαμβάνονταν 40 άτομα (Εικόνα 7), τα οποία συσκευάζονταν σε κιβώτια διογκωμένης πολυστερίνης με παγοκύστες και μεταφέρονταν αμέσως μετά στο εργαστήριο. Στην συνέχεια γινόταν καταγραφή των μορφομετρικών χαρακτηριστικών του κάθε ατόμου. Ατομικά μετρήθηκαν με ιχθυόμετρο το ολικό μήκος, το μήκος κεφαλής και το μέγιστο ύψος (Εικόνα 6), ενώ με την βοήθεια ζυγού ακριβείας πραγματοποιήθηκε ζύγιση σωματικού βάρους και βάρους συκωτιού. Με την τελευταία δειγματοληψία (01/11/2009), πραγματοποιήθηκαν επιπλέον μετρήσεις που αφορούσαν το βάρος στομαχιού, βάρος φιλέτου, σπλαχνικό βάρος, και βάρος κεφαλής.



Εικόνα 6 Σχηματική απεικόνιση των μορφομετρικών χαρακτηριστικών που μετρήθηκαν.



Εικόνα 7 Άτομα κρανίου πριν την διαδικασία προσδιορισμού βάρους και μορφομετρικών παραμέτρων.

5.2.2. ΠΡΟΣΔΙΟΡΙΣΜΟΣ ΛΙΠΟΥΣ ΚΑΙ ΥΓΡΑΣΙΑΣ ΣΤΟ ΦΙΛΕΤΟ

Η μέθοδος βασίζεται στην κατεργασία του δείγματος με υδροχλωρικό οξύ και αλκοόλη προς καταστροφή των πρωτεϊνών και απελευθέρωση της λιπαρής ύλης. Ακολουθεί εκχύλιση της λιπαρής ύλης με αιθέρα ή πετρελαϊκό αιθέρα.

Υλικά

- κωνική 250mL
- διαχωριστική χοάνη

- κωνική φιάλη των 250mL και 100mL
- υδατόλουτρο
- ξηραντήρας
- αιθανόλη 95,5°
- διάλυμα HCl (5 όγκοι πυκνού HCl και 2 όγκοι ύδατος)
- αιθέρας
- πετρελαϊκός αιθέρας

Διαδικασία

1. Τοποθετήθηκε ποσότητα 4 g κονιοποιημένου δείγματος σε κωνική 250mL και προσθέσαμε σε αυτό 10 ml θερμού ύδατος.
2. Διαλύθηκε το δείγμα και προσθέσαμε 5 ml C₂H₅OH αναδεύοντας.
3. Προστέθηκε 6 ml πυκνού HCl συνεχίζοντας την ανάδευση.
4. Τοποθετήθηκε η κωνική στο υδατόλουτρο 80°C.
5. Μετά το πέρας του χρόνου θέρμανσης η κωνική τοποθετήθηκε σε θερμοκρασία περιβάλλοντος, ώστε να ψυχθεί το περιεχόμενο.
6. Μεταγγίστηκε το περιεχόμενο σε διαχωριστική χοάνη προσθέτοντας 100 ml αιθέρα.
7. Ανακινήθηκε ισχυρώς η διαχωριστική χοάνη και τέθηκε σε ηρεμία για 24h.
8. Λήφθηκε με σιφόνιο 25 ml εκ της αιθερικής στοιβάδας και τοποθετήθηκε σε προξηραμένη φιάλη των 250 ml.

9. Τοποθετήθηκε σε υδατόλουτρο προς εξάτμιση του αιθέρα και κατόπιν σε φούρνο για 1h στους 105°C.

Έκφραση αποτελεσμάτων

Η % περιεκτικότητα σε λιπαρά υπολογίζεται από τον τύπο:

$$\Lambda\% = 400 \cdot \beta / \alpha$$

όπου: α = βάρος δείγματος

β = βάρος λίπους

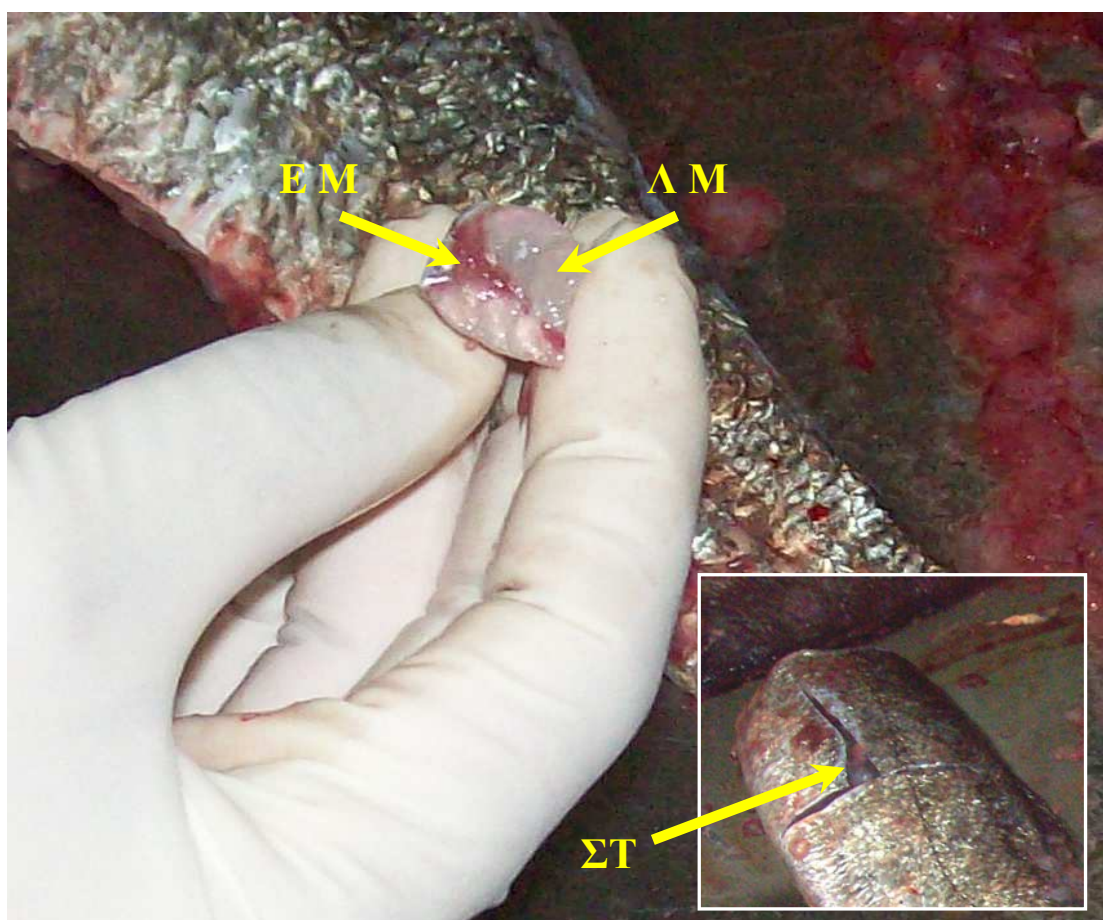
Η υγρασία στα φιλέτα των εκτρεφόμενων κρανίων (Εικόνα 8), προσδιορίστηκε μετά από ξήρανση στους 104 °C για 24h μετρώντας την μεταβολή του βάρους του δείγματος.



Εικόνα 8 Ζυγισμένα φιλέτα κρανιού πριν την διαδικασία ξήρανσης τους για τον προσδιορισμό της περιεκτικότητας υγρασίας.

5.2.3. ΔΕΙΓΜΑΤΟΛΗΨΙΑ ΙΣΤΟΥ

Με την πρώτη (12 Νοεμβρίου 2008) και την τελευταία δειγματοληψία (1 Νοεμβρίου 2009) ελήφθησαν δείγματα ιστού. Σε αυτό το σκέλος του πειράματος, επιλέχθηκαν και από τις δύο δειγματοληψίες, άτομα με διαφορετικό μέγεθος και σωματικό βάρος. Αφού έγινε καθαρισμός και απομάκρυνση των λεπιών από το πίσω μέρος του σώματος, κάτω από την πλευρική γραμμή και στο ύψος των σπονδύλων με την βοήθεια νυστεριού, έγιναν δύο μικρές παράλληλες τομές και μία κάθετη, δημιουργώντας ένα μικρό δείγμα ιστού σε τετράγωνο σχήμα (Εικόνα 9).



Εικόνα 9 Τεμάχιο μυϊκού ιστού του είδους *Argyrosomus regius* όπου διακρίνεται η διαφορά χρωματισμού μεταξύ λευκού (ΛΜ) και ερυθρού μυ (ΕΜ). Στην ένθετη εικόνα διακρίνεται το σημείο τομής (ΣΤ) για την λήψη δείγματος λευκού μυϊκού ιστού.

5.2.4. ΔΙΑΔΙΚΑΣΙΑ ΚΑΤΑΨΥΞΗΣ ΚΑΙ ΑΠΟΘΗΚΕΥΣΗΣ ΙΣΤΩΝ

Με την λήψη των ιστολογικών δειγμάτων, τμήματα ιστού βυθίστηκαν σε υγρό άζωτο και καταψύχτηκαν προκειμένου να χρησιμοποιηθούν για ιστολογικές τομές. Κατόπιν τα δείγματα μεταφέρθηκαν σε καταψύκτη βαθιάς ψύξης στους -70 °C όπου και διατηρήθηκαν για μια περίπου εβδομάδα.

5.2.5. ΙΣΤΟΛΟΓΙΚΑ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΜΑΤΑ

Μετά τον χρόνο παραμονής των δειγμάτων στην βαθιά κατάψυξη, τα δείγματα μεταφέρθηκαν μέσα σε θερμομονωτικό ψυγείο στο κουβούκλιο της κρυοτόμου που ήταν ρυθμισμένο στους -25 °C. Τοποθετήθηκε στην βάση της κρυοτόμου κόλλα για κρυοτομές (GSV1) και ένα μικρό κομμάτι φελλού, όπου και τοποθετήθηκε το δείγμα επάνω. Στην συνέχεια έγινε λείανση της περιοχής του δείγματος που θα γινόταν η λήψη για να ακολουθήσει μια τομή 10 μ. Η τομή τοποθετήθηκε σε αντικειμενοφόρο πλάκα. Ακολούθησαν αρκετές τομές από το ίδιο δείγμα οι οποίες μόλις στέγνωσαν σημειώθηκε επάνω τους ο αριθμός δείγματος. Η ίδια διαδικασία έγινε για κάθε δείγμα ξεχωριστά.

5.2.6. ΧΡΩΣΗ ΙΣΤΟΛΟΓΙΚΩΝ ΠΑΡΑΣΚΕΥΑΣΜΑΤΩΝ

Η χρώση των τομών πραγματοποιήθηκε με βάση την παρακάτω μέθοδο:

1. Τοποθέτηση των αντικειμενοφόρων σε μπλε του μεθυλενίου για 3min.
2. Πλύση των αντικειμενοφόρων με νερό βρύσης (όχι από την μεριά των τομών).

3. Τοποθέτηση των αντικειμενοφόρων σε αποσταγμένο νερό για 5 min ώστε να απομακρυνθεί το περίσσιο χρώμα.
4. Τοποθέτηση των αντικειμενοφόρων σε διάλυμα αιθανόλης 70% για 5 min.
5. Τοποθέτηση των αντικειμενοφόρων σε διάλυμα αιθανόλης 90% για 5 min.
6. Τοποθέτηση των αντικειμενοφόρων σε διάλυμα αιθανόλης 95% για 5 min.
7. Τοποθέτηση των αντικειμενοφόρων σε διάλυμα αιθανόλης 100% για 5 min.
8. Στέγνωμα των αντικειμενοφόρων πάνω σε διηθητικό χαρτί.
9. Τοποθέτηση των αντικειμενοφόρων σε ειδική θήκη και εμβάπτιση τους σε Neoclear για 3 min.
10. Στέγνωμα των αντικειμενοφόρων σε διηθητικό χαρτί και τοποθέτηση των επικαλυπτρίδων δίπλα από τις αντικειμενοφόρους.
11. Τοποθέτηση 1 σταγόνας mounting medium (μέσο μονιμοποίησης) πάνω στην τομή.
12. Τοποθέτηση των αντικειμενοφόρων πάνω στις επικαλυπτρίδες για επικάλυψη της τομής.
13. Στέγνωμα των αντικειμενοφόρων και αποθήκευση τους στον κλίβανο (35° C για μια ημέρα).

5.2.7. ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΜΥΪΚΩΝ ΙΝΩΝ

Η μετρήσεις των μυϊκών ινών έγιναν με την χρήση του προγράμματος LeicaQWin Pro. Το συγκεκριμένο είναι σύστημα ανάλυσης εικόνας σε ηλεκτρονικό υπολογιστή το οποίο είναι συνδεδεμένο με οπτικό μικροσκόπιο. Μέσου αυτού μετρήθηκε το εμβαδόν των λευκών μυϊκών ινών του κρανίου από την επαξόνια μυϊκή μάζα με μεγέθυνση X100.

Μετρήθηκαν 150 μυϊκές ίνες ανά ψάρι σε σύνολο 15 ατόμων από τον 5^ο μήνα εκτροφής μέχρι το τελικό στάδιο της εκτροφής (18 μήνες εκτροφής).

Η πυκνότητα των μυϊκών ινών (αριθμός ανά mm²) προσδιορίστηκε σύμφωνα με τον τύπο:

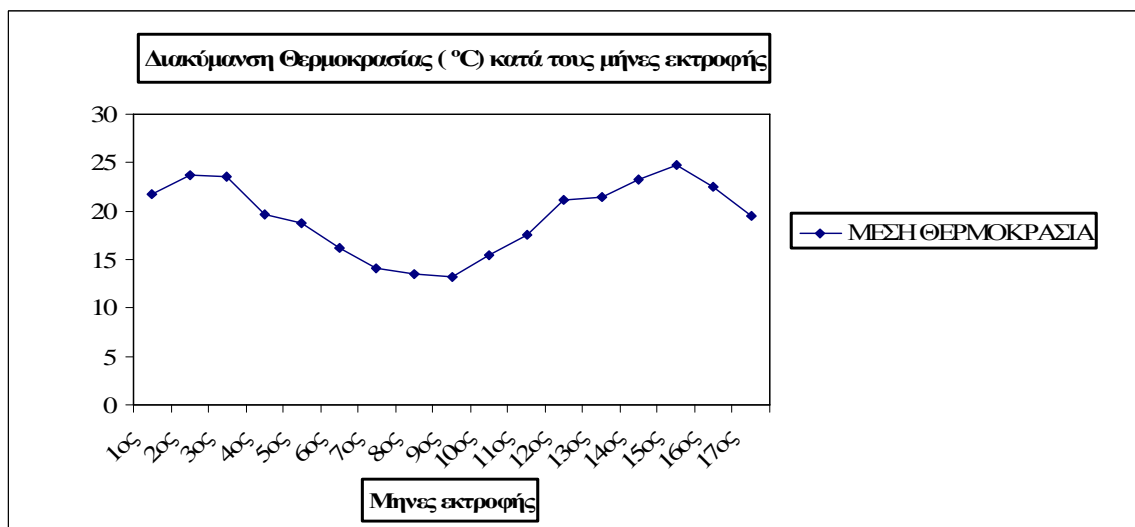
Πυκνότητα μυϊκών ινών= 1mm/μέσο μέγεθος μυϊκών ινών

5.3. ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΑΝΑΛΥΣΗ

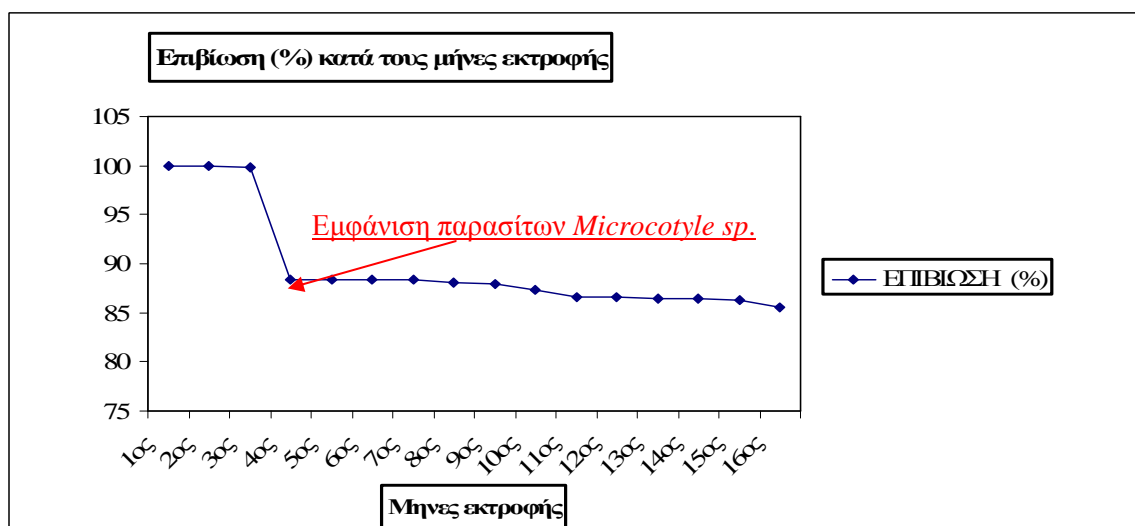
Η επεξεργασία των αποτελεσμάτων καθώς και τα γραφήματα έγιναν με το λογισμικό Microsoft Excel για Windows 2003. Χρησιμοποιήθηκε για την εύρεση του μέσου όρου του μεγέθους των μυϊκών ινών, ενώ βρέθηκαν και οι κλάσεις των μυϊκών ινών για κάθε ομάδα. Έγινε προσδιορισμός των μορφομετρικών παραμέτρων (ολικό μήκος και βάρος, βάρος σπλάχνων, γονάδων, κεφαλής, πτερυγίων, δέρματος και φιλέτου).

6. ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Κατά την διάρκεια της εκτροφής, η θερμοκρασία διακυμάνθηκε μεταξύ 13,2 °C και 24,7 °C με την μέση θερμοκρασία να αντιστοιχεί στους 19,5 °C. Στο διάγραμμα 2 παρουσιάζεται η διακύμανση της θερμοκρασίας του νερού εκτροφής στη μονάδα εκτροφής του κρανιού.

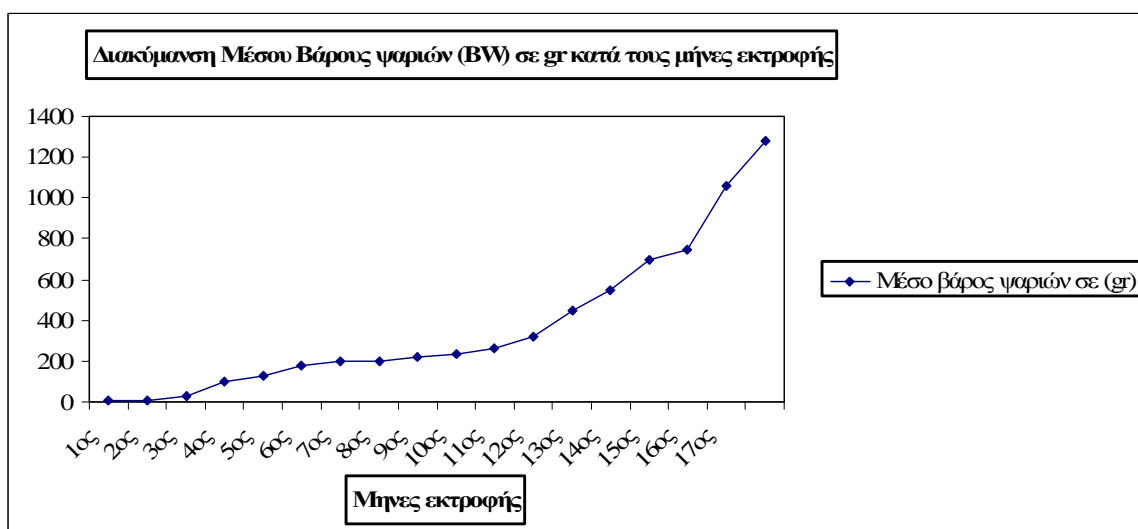


Διάγραμμα 2 Διακύμανση της θερμοκρασίας του νερού εκτροφής στην μονάδα εκτροφής.

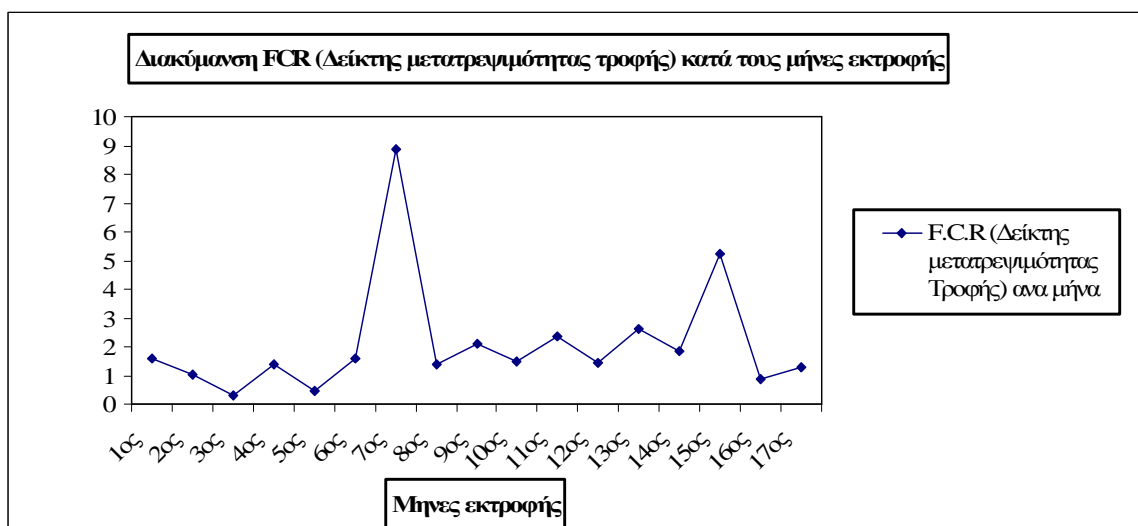


Διάγραμμα 3 Διακύμανση της επιβίωσης (%) του πληθυσμού στην μονάδα εκτροφής. Στον 4^ο μήνα διακρίνεται η μεγαλύτερη μεταβολή που οφείλεται σε προσβολή από παράσιτα.

Η τελική επιβίωση ήταν 85,52%. Η μεγαλύτερη μεταβολή προέκυψε κατά τον 4^ο μήνα (Διάγραμμα 3) με την θνησιμότητα να αγγίζει το 11,47%. Αυτό το φαινόμενο συνδέθηκε με προσβολή από παράσιτα (*Microcotyle sp.*). Το μέσο βάρος από 3,6 g κατά την εισαγωγή της “παρτίδας” (1^{ος} μήνας), ανήλθε στα 1278,43 g μετά από 17 μήνες εκτροφής (Διάγραμμα 4).

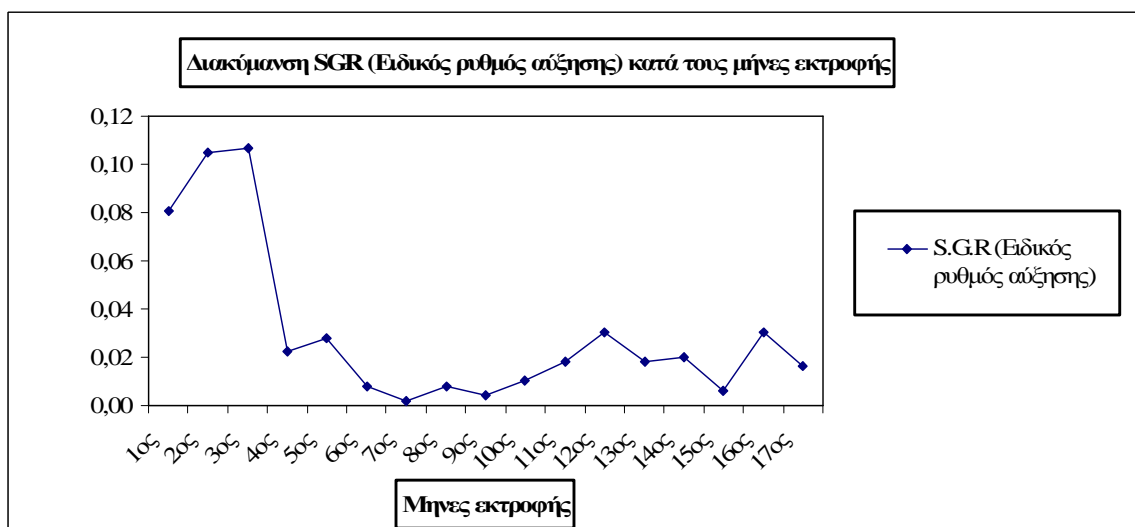


Διάγραμμα 4 Μέσο βάρος ψαριών (g) ανά μήνα εκτροφής.



Διάγραμμα 5 Διακύμανση FCR (δείκτη μετατρεψιμότητας τροφής) κατά την διάρκεια της εκτροφής του κρανιού. Η αυξημένη τιμή κατά τον 7^ο μήνα οφείλεται, στην μικρή σωματική ανάπτυξη που είχε σε σχέση με την τροφή που καταναλώθηκε.

Οι επικρατέστερες τιμές του FCR, κυμάνθηκαν μεταξύ 1 και 2 (Διάγραμμα 5), με ελάχιστη την 0,30 (3^{ος} μήνας), και μέγιστη την 8,87 (7^{ος} μήνας). Τέλος το SGR (ειδικός ρυθμός αύξησης), κυμάνθηκε μεταξύ 0,02 και 0,04 (Διάγραμμα 6), με ελάχιστη την 0 (7^{ος} μήνας, Ιανουάριος και 9^{ος} μήνας Μάρτιος), και μέγιστη την 0,11 (3^{ος} μήνας Σεπτέμβριος).



Διάγραμμα 6 Διακύμανση του SGR κατά την περίοδο εκτροφής.

Οι σωματομετρικές μετρήσεις του κρανίου έδειξαν ότι μεγάλο ποσοστό απωλειών βάρους προκύπτει από το βάρος κεφαλής (25,82%) και των σπλάχνων (10,76%). Η απόδοση φιλετοποίησης ήταν 42,17%. Το φιλέτο του κρανίου είχε 76,59% υγρασία και 2,7% λίπος (Πίνακας 3).

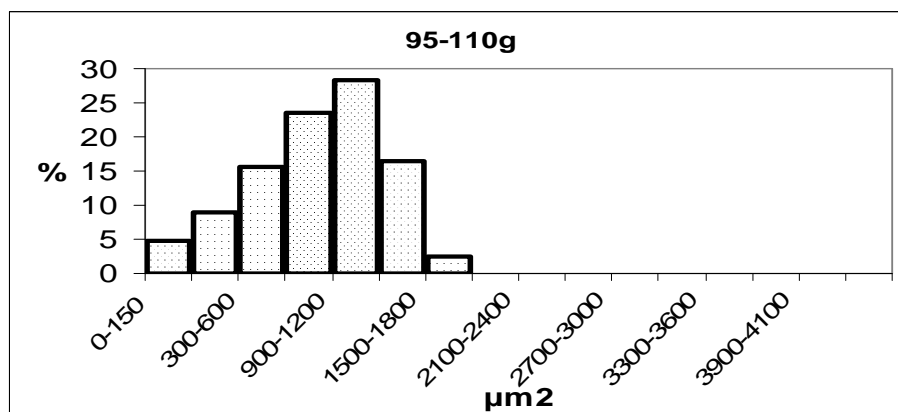
Πίνακας 3 Μορφομετρικά δεδομένα και απόδοσης φιλετοποίησης κρανίου από μονάδα της δυτικής Ελλάδας (Μέσες τιμές και τυπική απόκλιση).

Παράμετροι	Μέσες τιμές (± SD)
Ολ. Σωματικό βάρος (g)	1278,3 (±224,7)
Βάρος Σπλάχνων (g)	117,34 (±20,9)
Βάρος πτερυγίων (g)	79,4 (±22,6)
Βάρος Κεφαλής (g)	295,9 (±9,3)
Βάρος κορμιού (g)	694,92 (±113,5)
Φιλέτα (g)	243,12 (±56,7)
Δέρμα (g)	42,95 (±32,9)
Απόδοση Φιλετοποίησης%	42,17 (±2,8)
Υγρασία %	76,59 (±1,2)
Ολικό Λίπος %	2,7% (±0,8)
Απώλειες %	
Δέρμα %	12,64 (±5,53)
Σπλάγχνα %	10,76 (±3,16)
Κεφαλή %	25,82 (±2,88)

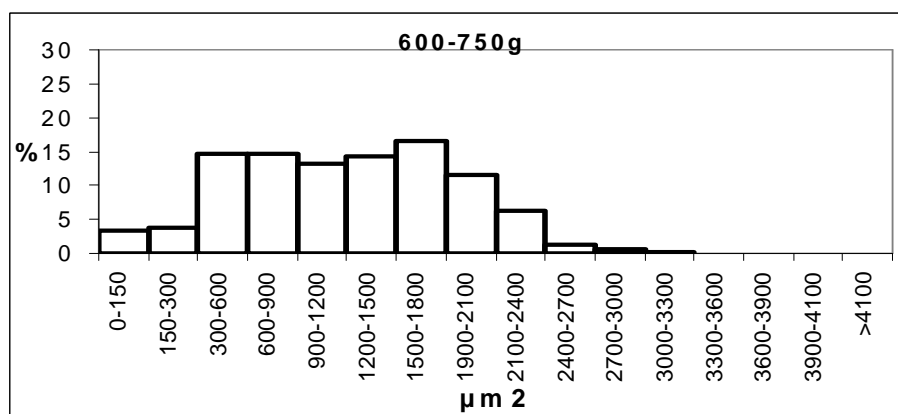
Οι μετρήσεις του μεγέθους των μυϊκών ινών του λευκού σκελετικού μυϊκού ιστού έδειξαν μια σταδιακή αύξηση του μεγέθους καθώς αυξανόταν το σωματικό βάρος. Συγκεκριμένα παρατηρείται στον Πίνακα 4, ότι στην κατηγορία μεγέθους 100 g δεν υπάρχουν μυϊκές ίνες με μέγεθος μεγαλύτερο από 1900 μm^2 . Στα διαγράμματα 7α, β & γ παρουσιάζεται η κατανομή μεγέθους των μυϊκών ινών από άτομα διαφορετικού μεγέθους. Στα διαγράμματα 8 και 9 παρουσιάζεται, η αύξηση του μέσου μεγέθους των μυϊκών ινών (Διάγραμμα 8) και η πυκνότητα των μυϊκών ινών (Διάγραμμα 9) στον αναπτυσσόμενο κρανίο.

Πίνακας 4 Μεταβολή της κατανομής μεγέθους των μυϊκών ινών στον αναπτυσσόμενο κρανίο.

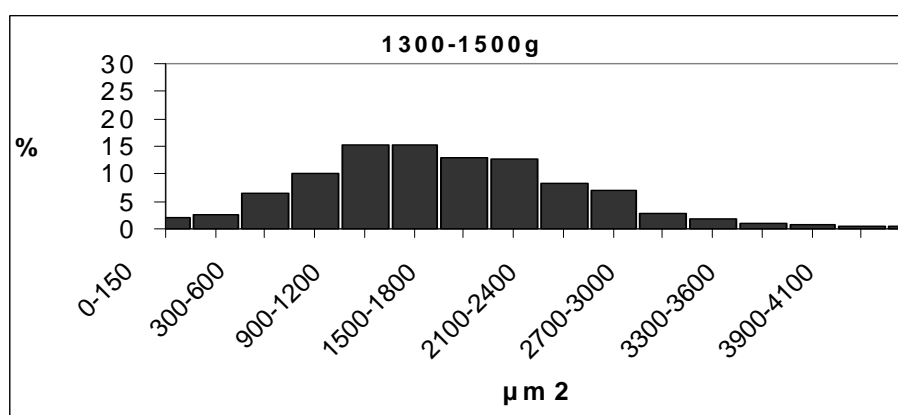
Ομάδες μεγέθους των ιγθύων (gr)			
Κατηγορία μεγέθους μυϊκών ινών (μm^2)	95-110 g	600- 750 g	1300-1500 g
0-150	4,86	3,45	2,12
150-300	8,90	3,72	2,54
300-600	15,65	14,62	6,43
600-900	23,51	14,62	10,01
900-1200	28,25	13,24	15,17
1200-1500	16,41	14,21	15,23
1500-1800	2,42	16,55	12,98
1900-2100	0,00	11,45	12,69
2100-2400	0,00	6,21	8,32
2400-2700	0,00	1,24	7,05
2700-3000	0,00	0,55	2,74
3000-3300	0,00	0,14	1,89
3300-3600	0,00	0,00	0,99
3600-3900	0,00	0,00	0,71
3900-4100	0,00	0,00	0,56
>4100	0,00	0,00	0,56
Μέση τιμή (\pm τυπική απόκλιση) n=5 ψάρια, >720 μυϊκές ίνες/ ομάδα	838 ($\pm 72,20$)	1201 ($\pm 32,38$)	1542,61 ($\pm 46,9$)



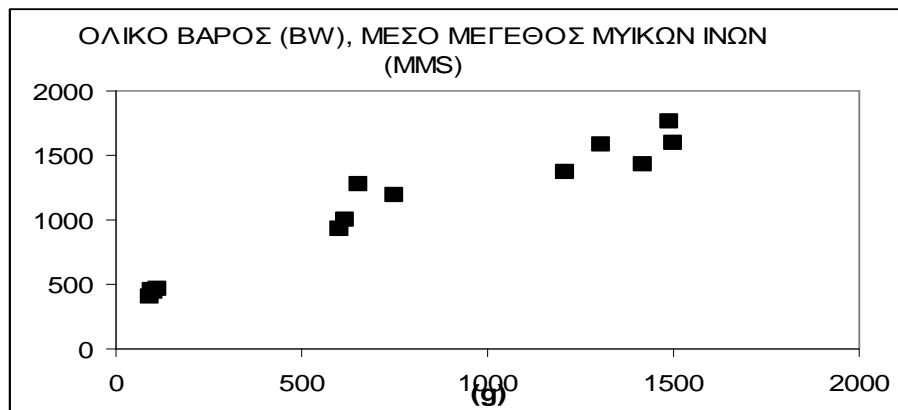
Διάγραμμα 7α Κατανομή μεγέθους των μυϊκών ινών (εμβαδόν τομής) σε κρανιούς μεγέθους 95-110 g.



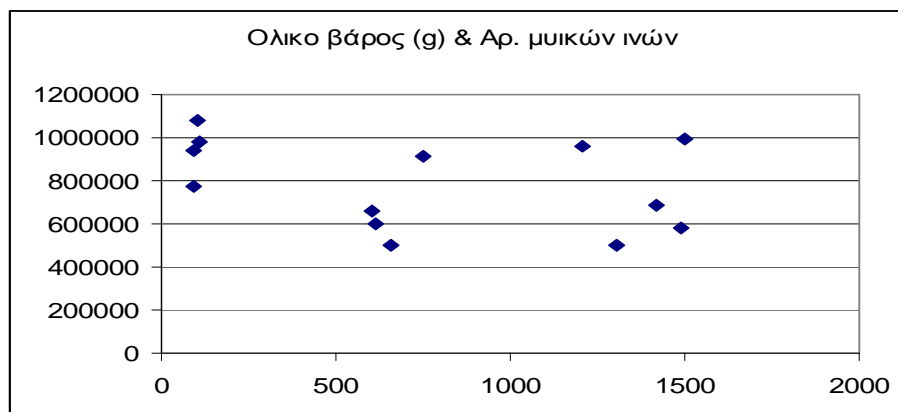
Διάγραμμα 7β Κατανομή μεγέθους των μυϊκών ινών (εμβαδόν τομής) σε κρανιούς μεγέθους 600 - 750 g.



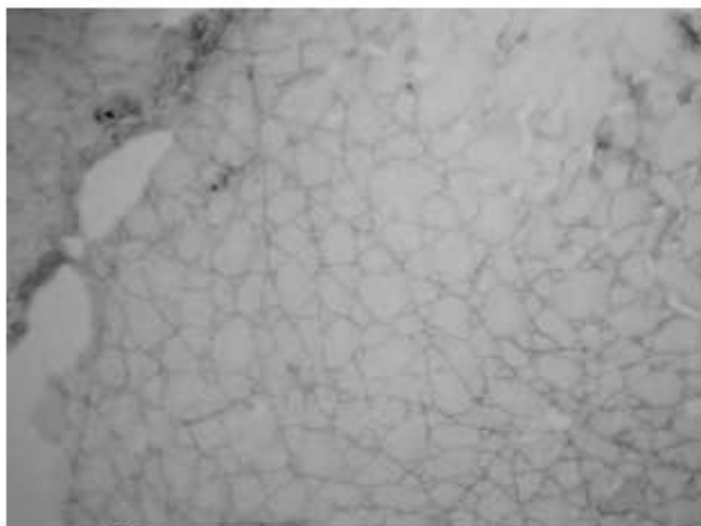
Διάγραμμα 7γ Κατανομή μεγέθους των μυϊκών ινών (εμβαδόν τομής) στον κρανίο μεγέθους 1300 - 1500 g.



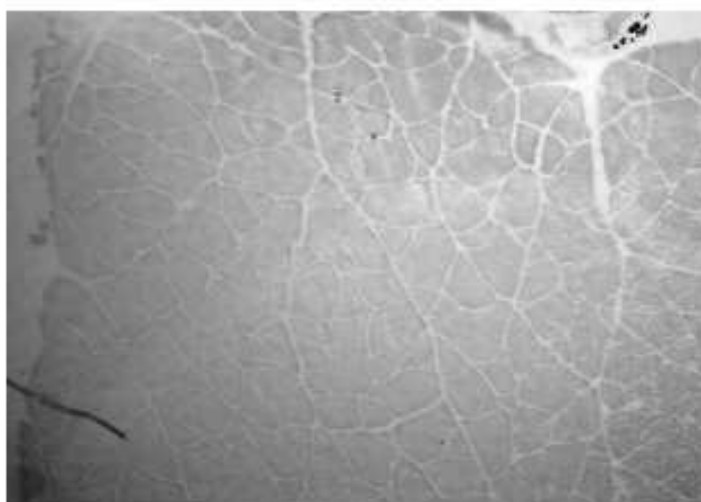
Διάγραμμα 8 Σχέση ολικού βάρους και μεγέθους μυϊκών ινών



Διάγραμμα 9 Σχέση ολικού βάρους με την πυκνότητα (αριθμός των μυϊκών ινών ανά mm²) των μυϊκών ινών.



A. Κρανιος 100g



B. Κρανιος 1400g

Εικόνα 10 Ιστολογική τομή λευκού σκελετικού μυϊκού ιστού του κρανίου, A 100 g, B 1400 g.

7. ΣΥΖΗΤΗΣΗ

Κατά την διάρκεια της εκτροφής του κρανιού, η θερμοκρασία διακυμάνθηκε μεταξύ 13,2 °C και 24,7 °C με την μέση θερμοκρασία να αντιστοιχεί στους 19,5 °C. Η βέλτιστη θερμοκρασία για την ανάπτυξη του είδους κυμαίνεται μεταξύ 16 – 21 °C (Quemener, 2002). Στην παρούσα εργασία παρατηρήθηκε να ελαχιστοποιείται η σωματική αύξηση των εκτρεφόμενων ατόμων όταν η θερμοκρασία έπεσε κάτω από 15 °C ειδικότερα τον, Ιανουάριο (7^{ος} μήνας εκτροφής) και Μάρτιο (9^{ος} μήνας εκτροφής) με θερμοκρασίες 14,1 °C και 13,2 °C αντίστοιχα.

Γενικά η εκτροφή του κρανίου δε παρουσίασε ιδιαίτερα προβλήματα, αν και στη διάρκεια των πρώτων μηνών εκτροφής παρουσιάστηκε θνησιμότητα 11,5% η οποία συνδέεται από με την παρουσία του παρασίτου *Microcotyle sp.*. Η θνησιμότητα από παρουσία παρασίτων σε ιχθυοκλωβούς είναι συνηθισμένο φαινόμενο στην εντατική ιχθυοκαλλιέργεια (Athanassopoulou *et al.* 2005). Γενικά όμως ο περιορισμός αυτών των φαινομένων βασίζεται στην πρόληψη η οποία επιτυγχάνεται από διαχειριστικούς παράγοντες όπως η μείωση της ιχθυοπυκνότητας καθώς και η συχνή αλλαγή των διχτυών για την αποφυγή επιμόλυνσης (Hayward *et al.* 2007).

Η σωματική αύξηση των εκτρεφόμενων ατόμων παρουσίασε σημαντική αύξηση μετά τον 12^ο μήνα εκτροφής (Απρίλιος 2009, με μέση θερμοκρασία 15,5 °C). Στους επόμενους μήνες εκτροφής, η θερμοκρασία ξεπέρασε τους 16 °C και εμφανίστηκε σημαντική αύξηση σε θερμοκρασίες μεγαλύτερες από 18 °C. Κατά την διάρκεια των πρώτων μηνών εκτροφής παρουσιάζεται αρχικά μεγάλος ειδικός ρυθμός σωματικής ανάπτυξης (SGR). Αυτό είναι ένα σύνηθες φαινόμενο που παρουσιάζεται στα πρώτα

στάδια εκτροφής σε πολλά είδη. Υπάρχει όμως σημαντική μείωση όταν η θερμοκρασία μειώνεται (για παράδειγμα Ιανουάριος – Μάρτιος με θερμοκρασίες 14,1 και 13,2 °C αντίστοιχα). Στους επόμενους μήνες παρουσιάστηκε σχετική ανάκαμψη.

Κατά την διάρκεια της εκτροφής οι επικρατέστερες τιμές του FCR (δείκτη μετατρεψιμότητας τροφής), κυμάνθηκαν μεταξύ 1 και 2 με ελάχιστη την 0,30 (3^{ος} μήνας), και μέγιστη την 8,87 (7^{ος} μήνας). Η μέγιστη τιμή του FCR η οποία παρατηρήθηκε τον 7^ο μήνα εκτροφής (Ιανουάριος) υποδηλώνει την μικρή μετατρεψιμότητα της τροφής για αυτή την περίοδο. Στο συγκεκριμένο μήνα εκτροφής η θερμοκρασία ήταν 14,1 °C και σε αυτές τις θερμοκρασιακές συνθήκες είναι γνωστό ότι το συγκεκριμένο είδος εμφανίζει μικρή σωματική ανάπτυξη (Quemener, 2002). Αυτό το γεγονός σε συνδυασμό με την χορήγηση τροφής σε ποσοστό 12,3 % επί του σωματικού βάρους (πρακτική που βασίστηκε από στην προσπάθεια να αποφευχθεί πιθανός υποσιτισμός σύμφωνα με δήλωση των υπευθύνων της μονάδας) είχε ως αποτέλεσμα την εμφάνιση υψηλής τιμής FCR τον 7^ο μήνα. Σε γενικές γραμμές για το υπόλοιπο χρονικό διάστημα της εκτροφής το FCR κυμάνθηκε μεταξύ 1 και 2. Σε γενικές γραμμές ο κρανιός είναι ένα “νέο” είδος και σίγουρα θα υπάρξει βελτίωση με την έρευνα για την σύνθεση της τροφής του και την διαχείριση της εκτροφής του. Είδη υπάρχει σημαντική βελτίωση της μετατρεψιμότητας της τροφής σε σύγκριση με παλαιότερα δεδομένα όπου αναφέρθηκαν μεγαλύτερες τιμές FCR (Jimenez *et al.* 2005).

Οι σωματομετρικές μετρήσεις του κρανιού έδειξαν ότι μεγάλο ποσοστό απωλειών βάρους προκύπτει από το βάρος κεφαλής (25,82%) και των σπλάχνων (10,76%). Η απόδοση φιλετοποίησης ήταν 42,17 %. Το φιλέτο του κρανιού είχε 76,59% υγρασία και 2,7% λίπος (Πίνακας 3). Αυτά δείχνουν, σε αντίθεση με άλλα εκτρεφόμενα είδη όπως για παράδειγμα, το λαβράκι (Eroldogan *et al.* 2004) και την τσιπούρα (Yildiz *et al.* 2006,

Fountoulaki *et al.* 2009), ότι ο κρανιός έχει μικρή περιεκτικότητα λίπους. Μεγάλες απώλειες κατά την φιλετοποίηση του κρανιού οφείλονται στην μεγάλη αναλογικά συμμετοχή βάρους κεφαλής, με αποτέλεσμα η απόδοση φιλετοποίησης να είναι συγκριτικά μικρότερη από άλλα εκτρεφόμενα είδη ιχθύων όπως για παράδειγμα την ιριδίζουσα πέστροφα που παρουσιάζει μεγαλύτερη απόδοση φιλετοποίησης (Lefevre *et al.* 2007).

Τα αποτελέσματα έδειξαν σταδιακή αύξηση του μέσου μεγέθους των μυϊκών ινών του λευκού σκελετικού μυϊκού ιστού στον αναπτυσσόμενο κρανίο. Επίσης παρατηρήθηκε ότι σταδιακά εμφανίστηκαν μεγάλου μεγέθους μυϊκές ίνες υποδεικνύοντας την υπερτροφική ανάπτυξη του σκελετικού μυϊκού ιστού. Παράλληλα, συνέχισαν να εμφανίζονται μικρού μεγέθους μυϊκές ίνες υποδεικνύοντας την μυϊκή υπερπλασία του σκελετικού μυϊκού ιστού. Η συμβολή των δύο αυτών μηχανισμών (υπερτροφίας, υπερπλασίας) μυϊκής ανάπτυξης είχε ως αποτέλεσμα την αύξηση του μυϊκού ιστού στον αναπτυσσόμενο κρανίο. Από την μικρή τάση για μείωση της πυκνότητας των μυϊκών ινών (αριθμός των μυϊκών ινών ανά mm²) που εμφανίστηκε στον αναπτυσσόμενο κρανίο φαίνεται ότι μειώνεται η πυκνότητα με την αύξηση του μεγέθους των μυϊκών ινών αλλά ταυτόχρονα με την δημιουργία νέων μυϊκών ινών (υπερπλασία) αυτή η μείωση δεν είναι δραματική.

Αυτό είναι ένα φαινόμενο που παρατηρείται γενικά στην μυϊκή αύξηση των ιχθύων, υποδηλώνοντας την συμβολή των δύο αυτών μηχανισμών (μυϊκής υπερτροφίας, υπερπλασίας) στην σωματική αύξηση (Weatherley *et al.* 1988, Veggeti *et al.* 1990, Nathanailides *et al.* 1995b). Σε κάθε περίπτωση όμως, η δυναμική της αύξησης των μυϊκών ινών στον κρανίο υποδηλώνει πως το συγκεκριμένο είδος ακόμα και σε μέγεθος μεγαλύτερο από 1300 g δεν έχει ακόμα παρουσιάσει σημαντική κάμψη της μυϊκής

υπερπλασίας, συνεπώς τουλάχιστον αυτό υποδηλώνει πως το είδος δεν έχει ακόμα σε αυτό το στάδιο κάποια σημαντική κάμψη στις δυνατότητες για σωματική αύξηση όπως άλλα εκτρεφόμενα είδη που έχουν το ανάλογο μέγεθος. Όμως, η μετατρεψιμότητα της τροφής ($FCR > 1,8$) αυτού του είδους, υποδηλώνει την ανάγκη να αναπτυχθούν ειδικές δίαιτες.

8. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Γενικά η εκτροφή του κρανίου δε παρουσίασε ιδιαίτερα προβλήματα. Στην διάρκεια όμως των πρώτων μηνών εκτροφής παρουσιάστηκε θνησιμότητα 11,5% η οποία συνδέεται με την παρουσία του παρασίτου *Microcotyle sp.* στα εκτρεφόμενα άτομα. Αυτό το φαινόμενο είναι δυνατόν να περιοριστεί με παρεμβάσεις κατά την διάρκεια της εκτροφής. Το συγκεκριμένο ψάρι εμφανίζει δυνατότητες για σωματική αύξηση που δεν μειώνεται κατά την διάρκεια της εκτροφής του. Επιπλέον η ανθεκτικότητα του στα βακτήρια μπορεί σε συνδυασμό με την σωματική αύξηση να αποδώσει αρκετά οφέλη στον παραγωγό. Μια παράμετρος που πρέπει να ληφθεί ιδιαίτερα υπόψη είναι η ελάχιστη σωματική αύξηση όταν η θερμοκρασία βρίσκεται κάτω από 16°C. Το συγκεκριμένο είδος έχει μικρή απόδοση φιλετοποίησης, όμως το μεγάλο μέγεθος του φιλέτου του το κατατάσσει στα προϊόντα υψηλής ζήτησης. Όλα αυτά σε συνδυασμό με την μικρή περιεκτικότητα σε λίπος το καθιστούν ελκυστικό προϊόν για την τυποποίηση και διακίνηση του.

9. ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

9.1. ΞΕΝΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Abdel-Tawwab, M., Ahmad, M.H. (2009). Effect of dietary protein regime during the growing period on growth performance, feed utilization and whole-body chemical composition of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* (L.). *Aquacult. Res.* 40, 1532-1537.
- Altringham, J.D., Shadwick, R.E. (2001). Swimming and muscle function. In: Barbara, A.B., Stevens, D.E., (Editors). *Tuna physiology, ecology and evolution*. Academic press, 8, pp.329-334.
- Athanassopoulou, F., Ragias, V., Vagianou, St., Di Cave, D., Rigos, G., Papathanasiou, G., Georgoulakis, J. (2005). Report of Sparicotyle (Microcotyle) chrysophrii Van Beneden and Hesse 1863, Atrispinum seminalis Euzet and Maillard 1973 and Polylabris tubicirrus Paperna and Kohn 1964 (Monogenea) on captive sea bream (*Sparus aurata*) and sharp snout sea bream (*Diplodus puntazzo*) in coastal Greece and Italy. *Bulletin of the European Association of Fish Pathologists*, 25, 256-261.
- Azzaydi, M., Martínez, F., Zamora, S., Sánchez-Vázquez, F., Madrid, J. (1999). Effect of meal modulation on growth performance and feeding rhythms in European sea bass (*Dicentrarchus labrax*, L.). *Aquaculture*, 170, 253-266.
- Bisset, K. A. (1948). The effect of temperature upon antibody production in cold-blooded vertebrates. *Journal of Pathology and Bacteriology*, 60, pp. 87-92.
- Blazquez, M., Piferrer, F., Zanuy, S., Carrillo, M., Donaldson, E.D. (1995). Development of sex control techniques for European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) aquaculture: effects of dietary 17 α -methyltestosterone prior to sex differentiation. *Aquaculture*, 135, 329-342.
- Bligh, E.G., Dyer, W.J. (1959). A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian journal of biochemistry and physiology*, 8, 37.
- Bowden, J. T. (2008). Modulation of the immune system of fish by their environment. *Fish & Shellfish Immunology*, 25, 373-383.
- Boef, G., Bail, P.Y. (1999). Does light have an influence on fish growth? *Aquaculture*, 177, 129-152.

- Boef, G., Payan, P. (2001). How should salinity influence fish growth? *Comparative Biochemistry and Physiology Part C*, 130, 411-423.
- Bondari, K., (1985). Effect of initial size on subsequent growth and carcass characteristics of divergently selected channel catfish. In: Goudie, C.A., Simco, B.A., Kenneth, B.D., Carmichael, G.J., (Editors). *Growth of channel catfish in mixed sex and monosex pond culture*. Aquaculture, 128, 97-104.
- Bromage N., Porter M., Randall C. (2001). The environmental regulation of maturation in farmed finfish with special reference to the role of photoperiod and melatonin. *Aquaculture*, 197 (1-4), pp. 63-98.
- Brusle, J., Roblin, C. (1984). Sexualite du loup *Dicentrarchus labrax* en condition d'elevage controle. In: Barnabe, G., Billiard, R., (Editors). *L'Aquaculture du Bat et des Sparides*. INRA Publ., Paris. pp. 33-43.
- Carrillio, M., Zanuy, S., Prat, F., Cerda, J.L., Ramos, J., Mananos, E., Bromage, N. (1995). Sea bass (*Dicentrarchus labrax*). In: Bromage, N.R., Roberts, R.J., (Editors). *Broodstock Management and Egg and Larval Quality*. Blackwell Science, Oxford, 138-168.
- Carpene, E., Martin, B., and Dalla Libera, L. (1998). Biochemical differences in lateral muscle of wild and farmed gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.). *Fish Physiol. Biochem.* 19, 229-238.
- Chao, L. N. (1986). Sciaenidae. In: *Fishes of the eastern Atlantic and Mediterranean = Poissons de l'Atlantique du nord-est et de la Méditerranée* (Whitehead, P. J. P., Bauchot, M.-L., Hureau, J. C. & Tortonese, E., eds), pp. 865-874. Paris: Unesco.
- Chao, L.N. and Ohmert, B. (2001). Sciaenidae, in fishes of the northern-eastern atlantic and the Mediterranean. UNESCO, Paris, pp. 865-874.
- Davison, W. (1997). The effects of exercise training on telost fish, a review of recent literature. *Comp. Biochem. Physiol.*, 117A, 67-75.
- Divanach, P., Kentouri, M., Charalambakis, F., Pouget, F., Sterioti, A. (1993). Comparison of growth performance of six Mediterranean fish species reared under intensive farming conditions in Crete (Greece), in raceways with the use of self feeders, In: Barnabé, G., Kestemont, P., (Editors) (1993). *Production, environment and quality: Proceedings of the International Conference Bordeaux Aquaculture '92, Bordeaux, France, March 25-27, 1992*. EAS Special Publication, 18: pp. 285-297.

- Douglas, A.S. (2005). Functional of skeletal muscle. *Fish Physiology*, 23, 179-240.
- Dufossé, M. (1874). Recherches sur les bruits et les sons expressifs que font entendre les poissons d'Europe et sur les organes producteurs de ces phénomènes acoustiques ainsi que sur les appareils de l'audition de plusieurs de ces animaux. *Annales des Sciences Naturelles* 19, 1-134.
- Duhamel de Monceau, H. L. (1769-1789). *Traité général des pesches et Histoire des poissons qu'elles fournissent tant pour la subsistance des hommes que pour plusieurs autres usages qui ont rapport aux Arts et au Commerce*. Paris, 3 (1777), 136-139.
- Eroldogan, O.T., Kumlu, M., Aktas, M., (2004). Optimum feeding rates for European sea bass *Dicentrarchus labrax* L. reared in seawater and freshwater. *Aquaculture*, 231, 501-515.
- FAO [Food and Agriculture Organizations of the United Nations], (2005). *Fisheries and Aquaculture Department, Cultured Aquatic Species Information Programme* [online]. Available at <<http://www.fao.org/fishery/cultured-species/Argyrosomus-regius/en>> [Accessed 12 September 2009].
- FAO [Food and Agriculture Organizations of the United Nations], (2006). *FAO yearbook, Fishery Statistics, Aquaculture Production 2004*. Vol 98/2, Rome.
- FAO [Food and Agriculture Organizations of the United Nations], (2007a). *Cage aquaculture-Regional reviews and global overview*. Fisheries Technical Paper. No. 498. Rome, FAO.2007.
- FAO [Food and Agriculture Organization of the United Nations], (2007b). Glossary of Aquaculture. [online] Available at <<http://www.fao.org/fi/glossary/aquaculture>> [Accessed 12 September 2009].
- Fauconneau, B., Andre, S., Chmaitilly, J., LeBail, P.Y., Krieg, F., Kaushic, S.J. (1997). Control of skeletal muscle fibres and adipose cells size in the flesh of rainbow trout. *J. Fish Biol.* 50, 296-314.
- Fountoulaki, E., Vasilaki, A., Hurtado, R., Grigorakis, K., Karacostas, I., Nengas, I., Rigos, G., Kotzamanis, Y., Venou, B., Alexis, M.N. (2009). Fish oil substitution by vegetable oils in commercial diets for gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.); effects on growth performance, flesh quality and fillet fatty acid profile: recovery of fatty acid profiles by a fish oil finishing diet under fluctuating water temperatures. *Aquaculture*, 289, 317–326.

- GIAUC (Grupo de investigacion en Acuicultura en la Universidad de Cantabria) (2006). *Estudio de Mercado: Demanda de filete de dorada en el mercado español*. Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentacion. Madrid.
- Griffiths, M. H., Heemstra, P. C. (1995). A contribution to the taxonomy of the marine fish genus *Argyrosomus* (Perciformes: Sciaenidae), with description of two new species from Southern Africa. *Ichthyological Bulletin*, 65, 1–40.
- Hayward, C. J., Bott, N. J., Itoh, N., Iwashita, M., Okihiro, M., Nowak, B. F. (2007). Three species of parasites emerging on the gills of mullet, *Argyrosomus japonicus* (Temmick and Schlegel, 1843), cultured in Australia. *Aquaculture* 265, 27-40.
- Hellastat, (2008). Ανάλυση αγοράς (2008). *Fish Farming* [online]. Available at < www.hellastat.gr/resources/iMentor_FishFarmingPromo_09.pdf. [Accessed 1 September 2009].
- Hernandez, M.D., Lopez, M.B., Alvarez, A., Ferrandini, E., Garcia Garcia, B., Garrido, M.D. (2009). Sensory, physical, chemical and microbiological changes in aquacultured meagre (*Argyrosomus regius*) fillets during ice storage. *Food Chemistry*, 114, 237-245.
- Higgins, P.J., Thorpe, J.E (1990). Hyperplasia and hypertrophy in the growth of skeletal muscle in juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar* L. *J. Fish Biol.* 37, 505-519.
- Hodson, S.L., Burke, C. M., Bisset, A.P. (2000). Biofouling of fish-cage netting: efficacy of a silicone coating and the effect of netting colour. *Aquaculture* 184, 77-90.
- Hunter, G.A., Donaldson, E.M. (1983). Hormonal sex control and its application to fish culture. In: Goudie, C.A., Simco, B.A., Kenneth, B.D., Carmichael, G.J., (Editors). *Growth of channel catfish in mixed sex and monosex pond culture*. *Aquaculture*, 128, 97-104.
- Huntingford, F., Adams, C., Braithwaite, V., Kadri, S., Pottinger, T., Sandøe, P. (2006). Current issues in fish welfare. *J. Fish Biol.*, 68, 332-372.
- Iigo, M., Tabata, M. (1997). Circadian rhythms of locomotor activity in the rainbow trout *Oncorhynchus mykiss*. *Fish. Sci.* 63, 77-80.
- Imsland, A.K., Foss, A., Gunnarsson, S. (2001). The interaction of temperature and salinity on growth and food conversion in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture*, 198, 353-367.

- Jiménez, M. T., Pastor, E., Grau, A., Alconchel, J. I., Sánchez, R., & Cárdenas, S. (2005). Review of sciaenid culture around the world, with a special focus on the meagre *argyrosomus regius* (asso, 1801). *Boletín - Instituto Español De Oceanografía*, 21(1-4): 169-175.
- Jimenez, M.T., Rodriguez de la Rua, A., Sanchez, R., Cardenas, S. (2007). Atlas de desarrollo de la corvine *Argyrosomus regius* (Pisces: Sciaenidae) durante su primer mes de vida. *Veterinaria.org* [online]. Available at <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n010107/010715.pdf>> [Accessed 10 May 2009].
- Jobling, M. (1995). *Environmental biology of fishes*. Chapman & Hail, pp. 264-269.
- Johnston, I.A. (1999). Muscle development and growth: potential implications for flesh quality in fish. *Aquaculture*, 177, 99-115.
- Johnston, I.A., Manthri, S., Alderson, R., Smart, A., Campbell, P., Nickell, D., Robertson, B.C., Paxton G.M. and Burt, M.L. (2003). Freshwater environment affects growth rate and muscle fibre recruitment in seawater stages of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.), *J. Exp. Biol.* 206, 1337–1351.
- JRC [Joint Research Center], (2008). *Prospective analysis of the Aquaculture sector in the EU Part2: Characterization of emerging aquaculture systems*. Institute for prospective technological studies. Luxembourg: JRC.
- Kapoor, B.G., Khanna, B. (2004). *Ichthyology handbook*. Narosa Publishing House (Springer). pp. 123-148.
- Kiessling, A., Storebakker, T., Åsgård, T., Kiessling, K.H. (1991). Changes in the structure and function of the epaxial muscle of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) in relation to ration and age. I. Growth dynamics. *Aquaculture* 93, 335-356.
- Kiessling, A., Ruohonen, K., Bjornevik, M. (2006). Muscle fibre growth and quality in fish. *Arch. Tierz., Dummerstorf* 49 (special issue), 137-146.
- Koumans, M.T.J., Akster, A.H. (1995). Myogenic cells in development and growth of fish. *Comp. Biochem. Physiol.* 110A, 3-20.
- Kousoulaki, K., Miliou, E., Apostolopoulou, M., Alexis, M.N. (2007). Effect of feeding intensity and feed composition on nutrient digestibility and production performance of common pandora (*Pagellus erythrinus*) in sea cages. *Aquaculture* 272, 514-527.

- Lagardère, J.P., Mariani, A. (2006). Spawning sounds in meagre *Argyrosomus regius* recorded in the Gironde estuary, France. *Journal of Fish Biology*, 69 (6), 1697.
- Lefevre F., Aubin J., Louis W., Labbe L., Bugeon J. (2007). Moderate hypoxia or hyperoxia affect fillet yield and the proportion of red muscle in rainbow trout. *Cybiuim*, 31, 237-243.
- Lensi, P. (1995). La politique de diversification de l'aquaculture en Corse. La démarche «nouvelles espèces » *Cah. Opt. Médit.* 14, 137–148.
- Lopez – Albors, O., Abdel, I., Periago, M.J., Ayala, M.D., Alcazar, A.G., Grazia, C.M., Nathanailides, C., Vazquez, J.M. (2008). Temperature influence on the white muscle growth dynamics of the sea bass *Dicentrarchus labrax*, L. Flesh quality implications at commercial size. *Aquaculture*, 277, 39-51.
- Luther, P.K., Munro, P.M.G., Squire, J.M. (1996). Muscle ultrastructure in the teleost fish. *Micron.*, 26, 431-459.
- Merella, P., Cherchi, S., Garippa, G., Fioravanti, M.L., Gustinelli, A., Salati, F. (2009). Outbreak of *Sciaenacotyle panceri* (Monogenea) on cage – reared meagre *Argyrosomus regius* (Osteichthyes) from the western Mediterranean Sea. *Diseases of Aquatic Organisms*, 86, 169-173.
- Metcalf, N.B., Huntingford, F.A., Graham, W.D., and Thorpe, J.E. (1989). Early social status and development of life history strategies in Atlantic salmon. *Proc. R. Soc. Lond. B.* 236, 7-19.
- Murai, T. (1992). Protein nutrition of rainbow trout. *Aquaculture*, 100, 191-207.
- Nathanailides, C., Lopez-Albors, O., Stickland, N.C., (1995a). Influence of pre-hatch temperature on the development of muscle cellularity in post-hatch Atlantic-Salmon (*Salmo salar*, L.). *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 52 (4), 675–680.
- Nathanailides, C., Lopez-Albors, O., Stickland, N.C., (1995b). Temperature and developmentally induced variation in the histochemical profile of myofibrillar ATPase activity in carp. *Journal of Fish Biology*, 47, 631-640.
- Nathanailides, C., Lopez-Albors, O., Abellan, E., Vazquez, J.M., Tyler, D.D., Rowleson, A., Stickland, N.C. (1996). Muscle cellularity in relation to somatic growth in the European sea bass *Dicentrarchus labrax* (L.). *Aquaculture Res.* 27, 885-889.

- New, M.B. (1999). Global aquaculture: current trends and challenges for the 21st century century. *World Aquac.* 9, 8–79.
- Niklitschek, E.J., Secor, D.H. (2009). Dissolved oxygen, temperature and salinity effects on the ecophysiology and survival of juvenile Atlantic sturgeon in estuarine waters: I I. Model development and testing. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology.* 381, 161-S172.
- Özogul, Y., & Özogul, F. (2007). Fatty acid profiles of commercially important fish species from the Mediterranean, Aegean and Black seas. *Food Chemistry*, 100, 1634-1638.
- Periago, M.J., Ayala, M.D., Lopez-Albors, O., Abdel, I., Martinez, C., Garcia-Alcazar, A., Ros, G., Gil, F. (2005). Muscle cellularity and flesh quality of wild and farmed sea bass, *Dicentrarchus labrax* L. *Aquaculture*, 249, 175-188.
- Poli, B.M., Parisi, G., Zampacavallo, G., Iurzan, F., Mecatti, M., Lupi, P., Bonelli, A. (2003). Preliminary results on quality and quality changes in reared meagre (*Argyrosomus regius*): Body and fillets traits and freshness in refrigerated commercial-size fish. *Aquacult. Int.*, 11, 301-311.
- Quémener, L. (2002). Meagre (*Argyrosomus regius*): Biology, fisheries, market and rearing potential. Resources-de-la-mer-Ifremer Plouzane-France, p.31.
- Quéro, J.C, and Vayne, (1985). The Meagre (*Argyrosomus regius*): Biology, Fisheries, market and rearing potential. Resources-de-la-mer-Ifremer Plouzane-France, p. 31.
- Quéro, J.C. (1989). The meagre *Argyrosomus regius* (Pisces, Scianidae) from the Western Mediterranean. *Bull. Soc.Zool.*, 114, 220-227.
- Randall C.F., Bromage N.R., Duston J., Symes J. (1998). Photoperiod-induced phase-shifts of the endogenous clock controlling reproduction in the rainbow trout: A circannual phase-response curve. *Journal of Reproduction and Fertility*, 112 (2), 399-405.
- Rowlerson, A., Mascarello, F., Radaelli, G., Veggetti, A. (1995). Differentiation and growth of muscle in the fish *Sparus aurata* (L): II. Hyperplastic and hypertrophic growth of lateral muscle from hatching to adult. *J. Muscle Res. Cell Motil.* 16, 223-236.
- Rowlerson, A., Veggetti, A. (2001). Cellular mechanisms of post-embryonic muscle growth in aquaculture species. *Fish Physiology*, 18, 103-140.

- Salas-Leiton E., Anguis V., Manchado M., Canavate J.P. (2008). Growth, feeding and oxygen consumption of Senegalese sole (*Solea senegalensis*) juveniles stocked at different densities. *Aquaculture*, 285 (1-4), 84-89.
- Sánchez, J.A., López-Olmeda, J.F., Blanco-Vives, B., S Sánchez-Vázquez, F.J. (2009). Effects of feeding schedule on locomotor activity rhythms and stress response in sea bream. *Physiology & Behavior*, 98, 125-129.
- Sänger, A.M. (1993). Limits to the acclimation of fish muscle. *Rev. Fish Biol. Fish.* 3, 1-15.
- Sänger, A.M., & Stoiber, W. (2001). Muscle fiber diversity and plasticity. In: Johnston, I. A. (Editor). *Muscle development and growth*. Academic press. pp. 103-140.
- Schiavone, R., Zilli, L., Vilella, S. (2008). Sex differentiation and serum levels of sex Steroids in Meagre (*Argyrosomus regius*). *Comparative Biochemistry and Physiology*, vol. 151, (1), 16-17.
- Sumpter, J.P. (1992). Control of growth of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 100, 299-320.
- Usher, M. L., Stickland, N. C., Thorpe, J. E. (1994). Muscle development in Atlantic salmon (s&m salur) embryos and the effect of temperature on muscle cellularity. *J. Fish BioZ.* 44, 953-964.
- Valente, L. M. P., Rocha, E., Gomes, E. F. S., Silva, M. W., Olivereira, M. H., Monteiro, R. A. F., Faucomreau, B. (1999). Growth dynamics of white and red muscle fibres in fast- and slowgrowing strains of rainbow trout. *J. Fish BioZ.*, 55, 675-691.
- Veggetti, A., Mascarello, F., Scapolo, P.A., Rowlerson, A. (1990). Hyperplastic and hypertrophic growth of lateral muscle in *Dicentrarchus labrax* (L.). An ultrastructural and morphometric study. *Anatomy and Embryology*, 182, 1-10.
- Wang, J.T., Liu, Y.J., Tian, L.X., Mai, K.S., Du, Z.Y., Wang, Y., Yang, H.J. (2005). Effect of dietary lipid level on growth performance, lipid deposition, hepatic lipogenesis in juvenile cobia (*Rachycentron canadum*). *Aquaculture*, 249, 439-447.
- Weatherley, A. H., Gill, H. S. & Lobo, A. F. (1988). Recruitment and maximal diameter of axial muscle fibres in teleosts and their relationship to somatic growth and ultimate size. *Journal of Fish Biology*, 33, 851-859.
- Yildiz, M., Şener, E., Timur, M. (2006). The effects of seasons and different feeds on fatty acid composition in fillets of cultured gilthead sea bream (*Sparus aurata* L.) and European sea bass (*Dicentrarchus labrax* L.) in Turkey. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 30, 133-141.

9.2. ΕΛΛΗΝΙΚΗ ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

Περδικάρης, Κ., Κωνσταντινίδης, Ε., Ισμιρίδου, Α., (2005). Η δραστηριότητα της ιχθυοκαλλιέργειας στο Νομό Θεσπρωτίας. Πρακτικά 12^ο Πανελλήνιο Συνέδριο Ιχθυολόγων. Δράμα 13-16/10/2005.σελ. 365-368.